COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 MARS 1878.

PRÉSIDENCE DE M. FIZEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

OPTIQUE. — *Sur les phénomènes qui se rattachent à la vision d'objets colorés en mouvement.* Note de M. CHEVREUL.

« Ce n'est que dans ces derniers mois que je me suis expliqué un état de choses que j'aurais pu connaître depuis assez longtemps.

» Je veux parler de faits relatifs à la manière dont on a interprété des phénomènes relatifs à la vision d'objets colorés, en mouvement circulaire, sur une toupie modifiée de l'ancienne toupie d'Allemagne.

» C'est après avoir observé plusieurs de ces phénomènes et avoir connu l'interprétation qu'on leur donnait, que, m'étant mis à l'œuvre, je suis arrivé aux conclusions suivantes :

» Pour que l'interprétation fût exacte, il aurait fallu étudier comparativement les objets colorés en mouvement et les mêmes objets en repos.

» Il aurait fallu dire comment Newton s'était trompé dans son premier livre de l'*Optique*, comment le polariscope d'Arago était inexact quant aux couleurs qu'il présentait comme complémentaires ; enfin, comment les

trois lois dans lesquelles j'ai fait rentrer un grand nombre de phénomènes, du domaine des *couleurs* dites *accidentelles*, étaient fausses.

» Or, c'est parce que les nouvelles expériences, auxquelles je me livre en ce moment, ne sont pas terminées, que je demande l'insertion de cette Note dans les *Comptes rendus*.

» J'espère bientôt être en mesure de mettre l'Académie en état de juger combien j'ai eu raison de formuler les trois lois de contrastes de couleur, sous les dénominations de *contraste simultané*, de *contraste successif* et de *contraste mixte*.

» Effectivement, lorsque des faits réels, fidèlement interprétés, sont réputés, du moins implicitement, erronés par des hommes qui ont une réputation incontestable dans la science contemporaine, qui aurait pu croire qu'on eût considéré comme *erronée* la blancheur de la lumière par une infinité de rayons simples de couleurs diverses, la composition des *lumières colorées complémentaires* donnée par le *polariscope d'Arago*, et, qu'on me pardonne de citer mon nom après ces grandes autorités, les *lois des trois contrastes!* Quelle est la vérité actuelle? C'est qu'aujourd'hui, après avoir été fidèle à des faits démontrés vrais par Newton et Arago, je suis parvenu à montrer aux yeux, sur un cercle dont une moitié est blanche et l'autre colorée, la complémentaire à cette dernière couleur, et démontrer que c'est grâce à la *disposition des deux surfaces, eu égard au mouvement circulaire;* car une autre disposition, montrant le blanc et la même couleur en mouvement circulaire, démontre que le premier effet n'a pas lieu dans la dernière disposition. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques applications des fonctions elliptiques* (suite); par M. **Hermite**.

« XXIII. Je terminerai cette étude de la rotation en indiquant encore un point de vue sous lequel on peut traiter la question et où l'on évitera le défaut de symétrie des méthodes précédemment exposées, qui donnent d'abord les quantités A, B, C; puis, par un calcul différent, la quantité V, en séparant ainsi des expressions composées de la même manière avec les quatre fonctions fondamentales de Jacobi. Des transformations algébriques faciles des équations de la rotation, lorsqu'on suppose en général le corps sollicité par des forces quelconques, permettent, en effet, d'associer les composantes de la vitesse aux neuf cosinus; elles seront le point de départ du nouveau procédé que je vais donner pour le cas où il n'y a point de

forces accélératrices. Avant de les exposer, je rappelle d'abord les équations d'Euler

$$\mathrm{a}\,D_t p = (\mathrm{b} - \mathrm{c})qr + P,$$
$$\mathrm{b}\,D_t q = (\mathrm{c} - \mathrm{a})rp + Q,$$
$$\mathrm{c}\,D_t r = (\mathrm{a} - \mathrm{b})pq + R,$$

où les moments d'inertie sont désignés par a, b, c, et celles de Poisson, dont j'ai déjà fait usage,

$$D_t a'' = b''r - c''q, \quad D_t b'' = c''p - a''r, \quad D_t c'' = a''q - b''p,$$

puis

$$D_t A = Br - Cq, \quad D_t B = Cp - Ar, \quad D_t C = Aq - Bp.$$

Cela étant, soit, comme précédemment,

$$v = ap + bq + cr,$$
$$v' = a'p + b'q + c'r,$$
$$v'' = a''p + b''q + c''r,$$
$$V = Ap + Bb + Cr;$$

en écrivant, pour abréger,

$$\Delta = pD_t p + qD_t q + rD_t r - (a''p + b''q + c''r)(a''D_t p + b''D_t q + c''D_t r),$$

nous aurons, comme conséquence, les relations suivantes, que je vais démontrer :

I.

$$A\Delta = V(D_t p - a''D_t v'') + iD_t V D_t a'',$$
$$B\Delta = V(D_t q - b''D_t v'') + iD_t V D_t b'',$$
$$C\Delta = V(D_t r - c''D_t v'') + iD_t V D_t c'';$$

II.

$$Va'' = Av'' + iD_t A,$$
$$Vb'' = Bv'' + iD_t B,$$
$$Vc'' = Cv'' + iD_t C;$$

III.

$$iCD_t b'' = Br + iD_t Bc'',$$
$$iAD_t c'' = Cp + iD_t Ca'',$$
$$iBD_t a'' = Aq + iD_t Ab'';$$

IV.

$$iBD_t c'' = Cq + iD_t Cb'',$$
$$iCD_t a'' = Ar + iD_t Ac'',$$
$$iAD_t b'' = Bp + iD_t Ba''.$$

» A cet effet, je remarque que, en écrivant Δ sous la forme

$$\Delta = \tfrac{1}{2}D_t(p^2 + q^2 + r^2) - v''D_t v'',$$

la condition $p^2 + q^2 + r^2 = v^2 + v'^2 + v''^2$ donne immédiatement

$$\Delta = vD_t v + v'D_t v'.$$

Observons encore qu'on tire des équations

$$v = ap + bq + cr, \quad v' = a'p + b'q + c'r,$$

en employant les égalités $ab' - ba' = c''$, $ca' - ac' = b''$, l'expression suivante :

$$a'v - av' = b''r - c''q = D_t a''.$$

On a d'ailleurs immédiatement

$$D_t p - a'' D_t v'' = a D_t v + a' D_t v',$$

et ces résultats transforment l'équation

$$A\Delta = V(D_t p - a'' D_t v'') + i D_t V D_t a''$$

dans la suivante :

$$(a+ia')(v D_t v + v' D_t v') = (v + iv')(a D_t v + a' D_t v') + i(D_t v + i D_t v')(a'v - av'),$$

qui est une identité.

» Passons à l'égalité $Va'' = Av'' + iD_t A$; il suffit d'y remplacer les quantités V, v'', $D_t A$ par leurs expressions en A, B, C, p, q, r, ce qui donne

$$(Ap + Bq + Cr)a'' = A(a''p + b''q + c''r) + i(Br - Cq),$$

et par conséquent encore une identité, en l'écrivant ainsi :

$$q(Ba'' - Ab'' + iC) + r(Ca'' - Ac'' - iB) = 0.$$

Enfin les équations $iAD_t c'' = Cp + iD_t C a''$, $iAD_t b'' = Bp + iD_t B a''$ des systèmes III et IV conduisent, par un calcul semblable, en se servant des expressions de $D_t c''$ et $D_t b''$, aux mêmes égalités

$$Ab'' - Ba'' = iC, \quad Ac'' - Ca'' = -iB;$$

elles se trouvent donc encore vérifiées; or toutes les autres équations, dans les quatre systèmes, se démontreraient de même, ou se déduisent de celles que nous venons d'établir par un simple changement de lettres.

» XXIV. J'applique maintenant ces résultats au cas où il n'y a point de forces accélératrices, et je pose à cet effet $p = \alpha a''$, $q = \beta b''$, $r = \gamma c''$, $v'' = \delta$, ce qui donne d'abord

$$\Delta = \alpha^2 a'' D_t a'' + \beta^2 b'' D_t b'' + \gamma^2 c'' D_t c'' = (\alpha - \beta)(\beta - \gamma)(\gamma - \alpha) a'' b'' c''.$$

Ayant ensuite $D_t p - a'' D_t v'' = \alpha(\gamma - \beta) b'' c''$, on voit que, en supprimant le facteur $(\gamma - \beta) b'' c''$, l'équation

$$A\Delta = V(D_t p - a'' D_t v'') + i D_t V D_t a''$$

devient simplement

$$Aa''(\alpha-\beta)(\alpha-\gamma)=V\alpha+iD_tV.$$

Dans les trois autres systèmes, les réductions sont encore plus faciles, et nous nous trouvons ainsi amenés aux relations suivantes :

I.

$$\begin{aligned}Aa''(\alpha-\beta)(\alpha-\gamma)&=V\alpha+iD_tV,\\ Ab''(\beta-\gamma)(\beta-\alpha)&=V\beta+iD_tV,\\ Ac''(\gamma-\alpha)(\gamma-\beta)&=V\gamma+iD_tV;\end{aligned}$$

II.

$$\begin{aligned}Va''&=A\delta+iD_tA,\\ Vb''&=B\delta+iD_tB,\\ Vc''&=C\delta+iD_tC;\end{aligned}$$

III.

$$\begin{aligned}iCa''(\alpha-\gamma)&=B\gamma+iD_tB,\\ iAb''(\beta-\alpha)&=C\alpha+iD_tC,\\ iBc''(\gamma-\beta)&=A\beta+iD_tA;\end{aligned}$$

IV.

$$\begin{aligned}iBa''(\beta-\alpha)&=C\beta+iD_tC,\\ iCb''(\gamma-\beta)&=A\gamma+iD_tA,\\ iAc''(\alpha-\gamma)&=B\alpha+iD_tB.\end{aligned}$$

La question est maintenant d'obtenir quatre fonctions A, B, C, V, qui vérifient à la fois ces douze équations. Nous ferons un premier pas vers notre but, par un changement d'inconnues, en posant

$$A=\frac{i\mathfrak{a}}{k\,\mathrm{cn}\,\omega},\quad B=\frac{\mathrm{dn}\,\omega\,\mathfrak{b}}{k\,\mathrm{cn}\,\omega},\quad C=-\frac{\mathrm{sn}\,\omega\,\mathfrak{c}}{\mathrm{cn}\,\omega},\quad V=-in\mathfrak{v};$$

nous prendrons aussi la quantité u pour variable indépendante à la place de t; enfin, en employant les expressions de a'', b'', c'', on trouvera les transformées suivantes de nos équations :

I.

$$\begin{aligned}ik\,\mathrm{cn}\,u\mathfrak{a}&=\frac{i\alpha}{n}\mathfrak{v}-D_u\mathfrak{v},\\ k\,\mathrm{sn}\,u\mathfrak{b}&=\frac{i\beta}{n}\mathfrak{v}-D_u\mathfrak{v},\\ i\,\mathrm{dn}\,u\mathfrak{c}&=\frac{i\gamma}{n}\mathfrak{v}-D_u\mathfrak{v};\end{aligned}$$

III.

$$\begin{aligned}ik\,\mathrm{cn}\,u\mathfrak{v}&=\frac{i\delta}{n}\mathfrak{a}-D_u\mathfrak{a},\\ k\,\mathrm{sn}\,u\mathfrak{v}&=\frac{i\delta}{n}\mathfrak{b}-D_u\mathfrak{b},\\ i\,\mathrm{dn}\,u\mathfrak{v}&=\frac{i\delta}{n}\mathfrak{c}-D_u\mathfrak{c};\end{aligned}$$

II.

$$\begin{aligned}ik\,\mathrm{cn}\,u\mathfrak{b}&=\frac{i\beta}{n}\mathfrak{c}-D_u\mathfrak{c},\\ k\,\mathrm{sn}\,u\mathfrak{c}&=\frac{i\gamma}{n}\mathfrak{a}-D_u\mathfrak{a},\\ \mathrm{dn}\,u\mathfrak{a}&=\frac{i\alpha}{n}\mathfrak{b}-D_u\mathfrak{b};\end{aligned}$$

IV.

$$\begin{aligned}ik\,\mathrm{cn}\,u\mathfrak{c}&=\frac{i\gamma}{n}\mathfrak{b}-D_u\mathfrak{b},\\ k\,\mathrm{sn}\,u\mathfrak{a}&=\frac{i\alpha}{n}\mathfrak{c}-D_u\mathfrak{c},\\ i\,\mathrm{dn}\,u\mathfrak{b}&=\frac{i\beta}{n}\mathfrak{a}-D_u\mathfrak{a}.\end{aligned}$$

» Je ne m'arrêterai point aux calculs faciles qui donnent ces résultats, et je remarque immédiatement qu'il convient de les disposer dans ce nouvel ordre, à savoir :

$$ik\,\mathrm{cn}\,u\,\mathfrak{a} = \frac{i\alpha}{n}\mathfrak{d} - D_u\mathfrak{d},\quad k\,\mathrm{sn}\,u\,\mathfrak{a} = \frac{i\alpha}{n}\mathfrak{c} - D_u\mathfrak{c},\quad i\,\mathrm{dn}\,u\,\mathfrak{a} = \frac{i\alpha}{n}\mathfrak{b} - D_u\mathfrak{b},$$

$$ik\,\mathrm{cn}\,u\,\mathfrak{b} = \frac{i\beta}{n}\mathfrak{c} - D_u\mathfrak{c},\quad k\,\mathrm{sn}\,u\,\mathfrak{b} = \frac{i\beta}{n}\mathfrak{d} - D_u\mathfrak{d},\quad i\,\mathrm{dn}\,u\,\mathfrak{b} = \frac{i\beta}{n}\mathfrak{a} - D_u\mathfrak{a},$$

$$ik\,\mathrm{cn}\,u\,\mathfrak{c} = \frac{i\gamma}{n}\mathfrak{b} - D_u\mathfrak{b},\quad k\,\mathrm{sn}\,u\,\mathfrak{c} = \frac{i\gamma}{n}\mathfrak{a} - D_u\mathfrak{a},\quad i\,\mathrm{dn}\,u\,\mathfrak{c} = \frac{i\gamma}{n}\mathfrak{d} - D_u\mathfrak{d},$$

$$ik\,\mathrm{cn}\,u\,\mathfrak{d} = \frac{i\delta}{n}\mathfrak{a} - D_u\mathfrak{a},\quad k\,\mathrm{sn}\,u\,\mathfrak{d} = \frac{i\delta}{n}\mathfrak{b} - D_u\mathfrak{b},\quad i\,\mathrm{dn}\,u\,\mathfrak{d} = \frac{i\delta}{n}\mathfrak{c} - D_u\mathfrak{c}.$$

Par là se trouvent mises en évidence trois substitutions remarquables, qui correspondent aux multiplications des quatre fonctions par $\mathrm{cn}\,u$, $\mathrm{sn}\,u$, $\mathrm{dn}\,u$, à savoir :

$$\begin{pmatrix}\mathfrak{a}, & \mathfrak{b}, & \mathfrak{c}, & \mathfrak{d}\\ \mathfrak{d}, & \mathfrak{c}, & \mathfrak{b}, & \mathfrak{a}\end{pmatrix},\quad \begin{pmatrix}\mathfrak{a}, & \mathfrak{b}, & \mathfrak{c}, & \mathfrak{d}\\ \mathfrak{c}, & \mathfrak{d}, & \mathfrak{a}, & \mathfrak{b}\end{pmatrix},\quad \begin{pmatrix}\mathfrak{a}, & \mathfrak{b}, & \mathfrak{c}, & \mathfrak{d}\\ \mathfrak{b}, & \mathfrak{a}, & \mathfrak{d}, & \mathfrak{c}\end{pmatrix};$$

elles ont la propriété caractéristique de laisser invariables les quantités du type $(\mathfrak{a} - \mathfrak{b})(\mathfrak{c} - \mathfrak{d})$, et, si on les applique deux fois, chacune d'elles donne la substitution identique. Représentons les quatre lettres $\mathfrak{a}$, $\mathfrak{b}$, $\mathfrak{c}$, $\mathfrak{d}$ par X_s pour les valeurs 0, 1, 2, 3 de l'indice, en convenant de prendre cet indice suivant le module 4; elles s'expriment comme il suit :

$$\begin{pmatrix}X_s\\ X_{3-s}\end{pmatrix},\quad \begin{pmatrix}X_s\\ X_{2+s}\end{pmatrix},\quad \begin{pmatrix}X_s\\ X_{1-s}\end{pmatrix}.$$

» Si l'on adopte un autre ordre, en supposant que Z_s donne $\mathfrak{c}$, $\mathfrak{a}$, $\mathfrak{b}$, $\mathfrak{d}$ pour $s = 0, 1, 2, 3$, on retrouvera encore, sauf un certain échange, les mêmes fonctions de l'indice, à savoir :

$$\begin{pmatrix}Z_s\\ Z_{2+s}\end{pmatrix},\quad \begin{pmatrix}Z_s\\ Z_{1-s}\end{pmatrix},\quad \begin{pmatrix}Z_s\\ Z_{3-s}\end{pmatrix}.$$

C'est cette disposition qu'il convient de garder, et semblablement nous désignerons les constantes $\frac{i\gamma}{n}$, $\frac{i\alpha}{n}$, $\frac{i\beta}{n}$, $\frac{i\delta}{n}$ par ε_s pour $s = 0, 1, 2, 3$; cela étant, nous pouvons comprendre, dans ces trois seules équations, le système de nos douze relations :

$$(\mathrm{I})\qquad \left\{\begin{aligned} ik\,\mathrm{cn}\,u Z_s &= \varepsilon_s Z_{2+s} - D_u Z_{2+s},\\ k\,\mathrm{sn}\,u Z_s &= \varepsilon_s Z_{1-s} - D_u Z_{1-s},\\ i\,\mathrm{dn}\,u Z_s &= \varepsilon_s Z_{3-s} - D_u Z_{3-s},\end{aligned}\right.$$

» Le résultat relatif aux quantités X_s ne diffère de celui-ci qu'en ce que $ik\,\mathrm{cn}\,u$, $k\,\mathrm{sn}\,u$, $i\,\mathrm{dn}\,u$ se trouvent remplacés respectivement par $i\,\mathrm{dn}\,u$, $ik\,\mathrm{cn}\,u$, $k\,\mathrm{sn}\,u$; en désignant $\frac{i\alpha}{n}, \frac{i\beta}{n}, \frac{i\gamma}{n}, \frac{i\delta}{n}$ par η_s pour $s = 0, 1, 2, 3$, nous aurons, en effet,

$$\text{(II)} \quad \left\{ \begin{aligned} ik\,\mathrm{cn}\,u\,X_s &= \eta_s X_{3-s} - D_u X_{3-s}, \\ k\,\mathrm{sn}\,u\,X_s &= \eta_s X_{2+s} - D_u X_{2+s}, \\ i\,\mathrm{dn}\,u\,X_s &= \eta_s X_{1-s} - D_u X_{1-s}. \end{aligned} \right.$$

Avant d'aller plus loin, je crois devoir montrer comment ces deux systèmes d'équations se ramènent l'un à l'autre, par un changement très-simple de la variable et des constantes.

» Je me fonderai, à cet effet, sur les formules de la transformation du premier ordre

$$\mathrm{cn}\left(iku, \frac{ik'}{k}\right) = \frac{1}{\mathrm{dn}\,u}, \quad \mathrm{sn}\left(iku, \frac{ik'}{k}\right) = \frac{ik\,\mathrm{sn}\,u}{\mathrm{dn}\,u}, \quad \mathrm{dn}\left(iku, \frac{ik'}{k}\right) = \frac{\mathrm{cn}\,u}{\mathrm{dn}\,u},$$

en les écrivant de la manière suivante, où j'ai fait, pour abréger, $l = \frac{ik'}{k}$,

$$\begin{aligned} k'\mathrm{cn}(iku, l) &= -\,\mathrm{dn}(u - K + 2iK'), \\ l\,\mathrm{sn}(iku, l) &= +\,\mathrm{cn}(u - K + 2iK'), \\ \mathrm{dn}(iku, l) &= -\,\mathrm{sn}(u - K + 2iK'). \end{aligned}$$

» Changeons, en effet, u en $u - K + 2iK'$, et désignons par Z'_s ce que devient ainsi Z_s; les équations (I) donneront celles-ci :

$$\begin{aligned} ikl\,\mathrm{sn}(iku, l)Z'_s &= \varepsilon_s Z'_{2+s} - D_u Z'_{2+s}, \\ -\,k'\,\mathrm{cn}(iku, l)Z'_s &= \varepsilon_s Z'_{1-s} - D_u Z'_{1-s}, \\ -\,ik'\,\mathrm{cn}(iku, l)Z'_s &= \varepsilon_s Z'_{3-s} - D_u Z''_{3-s}. \end{aligned}$$

Soit encore Z''_s le résultat de la substitution de $\frac{u}{ik}$, au lieu de u, on trouvera, si l'on remarque que $il = -\frac{k'}{k}$,

$$\begin{aligned} l\,\mathrm{sn}(u, l)Z''_s &= \frac{\varepsilon_s}{ik}Z''_{2+s} - D_u Z''_{2+s}, \\ i\,\mathrm{dn}(u, l)Z''_s &= \frac{\varepsilon_s}{ik}Z''_{1-s} - D_u Z''_{1-s}, \\ il\,\mathrm{cn}(u, l)Z''_s &= \frac{\varepsilon_s}{ik}Z''_{3-s} - D_u Z''_{3-s}, \end{aligned}$$

nous sommes donc ainsi ramenés aux équations (II), en y remplaçant les constantes η_s par $\frac{\varepsilon_s}{ik}$, ce qui entraîne le changement de k en l.

» Je vais montrer maintenant comment la théorie des fonctions elliptiques donne la solution de ces nouvelles équations auxquelles nous a conduis le problème de la rotation. »

CHIMIE. — *Sur les affinités relatives et déplacements réciproques de l'oxygène et des éléments halogènes, combinés avec les corps métalliques.* Note de M. **Berthelot.**

« Dressons le tableau des quantités de chaleur dégagées par un même élément métallique, uni soit à l'oxygène, soit au chlore, soit au brome gazeux, soit à l'iode gazeux, pour former des composés anhydres et solides, de l'ordre des sels proprement dits ([1]):

	O = 8.	Cl = 35,5.	Br = 80.	I = 127.
Potassium : K	< 69,8 ([2])	104,6	99,0	85,2
Sodium : Na	< 67,8 ([2])	97,7	90,6	74,1
Calcium : Ca	65,7	84,8	75,6	59,1
Strontium : Sr	65,7	92,3	83,5;	voisin de 67
Magnésium : Mg	voisin de 74,5 ([3])	75,5;	voisin de 70;	voisin de 54
Manganèse : Mn	voisin de 47,4 ([3])	56,0;	voisin de 50;	voisin de 36
Fer (protosels) : Fe	voisin de 34,1 ([3])	41,0	»	»
Zinc : Zn	42,7	48,6	43,6	29,6
Cadmium : Cd	voisin de 32,8 ([3])	46,6	41,7	27,5
Plomb : Pb	25,1	41,4	36,2	25,2
Cuivre (protosels) : Cu^2.	20,4	32,9	29,0	21,7
Mercure (persels) : Hg.	15,3	31,6	29,3	22,6
Argent : Ag	3,0	29,4	26,7	19,2

» Ces nombres sont rapportés à la température ordinaire; si on préfère les rapporter à une température de 400 ou 500 degrés, les composés étant supposés demeurer solides et les composants gazeux, les nombres éprou-

---

([1]) Voir *Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1878, p. 526-543; les nombres relatifs aux bromures et iodures y sont rapportés au brome liquide et à l'iode solide.

([2]) Ce nombre se rapporte à la formation de l'hydrate, laquelle comprend en plus l'union de HO avec l'oxyde : réaction qui doit dégager au moins 8 à 10 Calories, d'après les analogies tirées des terres alcalines.

([3]) Ce nombre comprend la chaleur d'hydratation de la base, quantité qui paraît minime d'après les analogies tirées des oxydes de zinc (— 1,4) et de plomb (+ 1,2).

veront de légères variations; l'étendue de ces variations étant telle que l'écart thermique entre la formation d'un oxyde et celle d'un sel halogène sera accrue de + 1,0 à + 0,8, en moyenne, au profit de l'oxyde. Nous envisagerons d'ailleurs les réactions, autant que possible, dans les limites de température où les composés binaires qui y figurent n'éprouvent point de décomposition propre ou de dissociation.

» I. *D'après ces nombres, le chlore gazeux doit décomposer tous les oxydes métalliques anhydres* compris dans le tableau, avec formation de chlorures métalliques et d'oxygène gazeux. C'est ce que l'expérience vérifie, pourvu que l'on détermine la réaction en élevant la température.

» La même réaction a lieu également avec les oxydes d'or, de platine, etc., conformément à des prévisions analogues; mais ces métaux n'ont pas été compris dans le tableau, parce que leurs oxydes sont facilement décomposables par la chaleur seule, c'est-à-dire par une énergie étrangère qui agit dans le même sens que l'affinité et dont les effets ne peuvent, dans ce cas, en être séparés avec certitude. L'existence d'une décomposition analogue, quoique plus limitée, a fait exclure aussi du tableau les composés ferriques, cuivriques et mercureux.

» Ajoutons enfin que les oxydes terreux et plusieurs autres absorbent déjà à froid le chlore, en formant des hypochlorites et autres composés secondaires; composés dont la formation est rendue possible par l'excès d'énergie que le système chlore et métal possède, par rapport au système métal et oxygène. Mais, à une température suffisamment haute, ces composés peu stables sont détruits. Au delà de ce degré de température, la réaction se réduit à une substitution directe du chlore à l'oxygène.

» La *substitution contraire*, c'est-à-dire celle du chlore par l'oxygène, peut avoir lieu avec divers métaux et métalloïdes, qui forment des chlorures acides, tels que le phosphore, le silicium, etc.; elle s'explique par des raisons thermiques semblables, et fournit dès lors une confirmation nouvelle de la théorie, quoique avec des complications spéciales dues à la dissociation, aux condensations moléculaires et à la multiplicité des composés et des équilibres possibles. J'y reviendrai prochainement.

» Mais il me paraît intéressant de signaler, dès aujourd'hui, *certains déplacements du chlore par l'oxygène,* attribuables à la formation d'oxydes non équivalents aux chlorures décomposés : tel est le cas du chlorure manganeux. Sa chaleur de formation (56) surpasse celle de l'oxyde manganeux (47); mais elle est surpassée à son tour par celle du bioxyde (58) : le déplacement direct du chlore par l'oxygène doit donc être possible.

En effet, le chlorure manganeux anhydre, chauffé fortement dans un matras de verre, au sein d'une atmosphère d'oxygène sec, dégage du chlore et forme un oxyde manganique, probablement identique avec l'oxyde obtenu par la calcination du bioxyde, et dont la chaleur de formation doit être voisine de celle du bioxyde, si même elle ne la surpasse.

» II. *Le brome gazeux doit décomposer presque tous les oxydes métalliques* compris dans le tableau, avec formation de bromures métalliques et d'oxygène libre; ce qui est conforme à l'expérience générale des chimistes : il suffit de chauffer ces oxydes dans la vapeur de brome.

» La *substitution inverse,* c'est-à-dire celle du brome par l'oxygène, doit cependant se produire avec certains métaux et métalloïdes; plus aisément même que celle du chlore par l'oxygène, la chaleur dégagée par le brome, dans son union avec un même élément, étant moindre que celle du chlore, pour tous les cas connus. Il est facile en effet de vérifier cette substitution, en chauffant dans un matras d'essayeur une parcelle de bromure d'arsenic dans une atmosphère d'oxygène sec. Dès que la température s'élève vers 400 degrés, le brome se développe et l'oxygène est absorbé. Je reviendrai sur ces substitutions relatives aux bromures acides.

» Dans l'ordre même des métaux proprement dits, l'*oxygène et le brome doivent se faire équilibre* vis-à-vis du zinc, les chaleurs dégagées étant à peu près les mêmes vers 400 à 500 degrés. En effet, un courant de gaz oxygène sec dégage le brome gazeux du bromure de zinc, chauffé dans un matras jusqu'à volatilisation ; mais la réaction est incomplète. Avec le bromure de magnésium anhydre, même réaction, également conforme aux valeurs thermiques les plus probables. Avec les bromures de potassium, de sodium, de baryum, de calcium, d'argent, on n'observe rien d'analogue. Mais le bromure manganeux anhydre est facilement décomposé par le gaz oxygène sec, vers le rouge sombre, avec dégagement de brome et formation d'oxyde manganique; ce qui pouvait être prévu d'après les faits relatifs au chlorure, la chaleur de bromuration des métaux étant toujours moindre que la chaleur de chloruration.

» III. Les déplacements réciproques entre l'oxygène gazeux et l'iode gazeux méritent une attention toute particulière. En effet, les prévisions déduites des nombres du tableau sont très-propres à permettre la discussion de la théorie, en raison de leur diversité : les réactions prévues d'après le signe de la chaleur dégagée devant être contraires, suivant la nature des métaux mis en présence des deux éléments électronégatifs.

» 1° *Avec le potassium et le sodium, à une température convenable, l'iode*

doit déplacer complétement l'oxygène: c'est en effet ce que Gay-Lussac (1) a observé dans son remarquable Mémoire sur l'iode, en opérant avec les oxydes de potassium et de sodium anhydres, au rouge obscur.

Cependant la réaction inverse peut être observée, au moins jusqu'à un certain degré, à une température moins élevée, et dans des conditions spéciales, ainsi que je l'ai montré (2). En effet l'iodure de potassium absorbe l'oxygène vers 400 à 500 degrés, en formant un iodate de potasse basique et un iodure ioduré. Mais ici intervient l'énergie complémentaire due à la réaction de l'oxygène sur l'iodure de potassium, avec formation d'iodate de potasse : réaction qui dégagerait à la température ordinaire $+ 44^{Cal},1$ pour chaque équivalent d'iodure changé en iodate neutre ; elle est donc conforme au principe du travail maximum. Cette énergie peut concourir d'ailleurs au déplacement simultané d'une certaine dose d'iode par l'oxygène ; car elle surpasse tout écart vraisemblable entre les chaleurs de formation de l'iodure de potassium et de l'oxyde de potassium.

» Il est en effet facile de s'assurer qu'un courant d'oxygène sec dirigé sur de l'iodure de potassium, chauffé fortement dans un petit matras, forme un composé brun, capable de dégager de l'iode ; quoique la dernière réaction soit infiniment moins prononcée qu'avec les iodures métalliques proprement dits. L'iodure de sodium se comporte de même.

» La formation de l'iodate et des composés secondaires qui en dérivent dans ces conditions est accompagnée, comme je l'ai montré, de phénomènes de dissociation, dans lesquels l'oxygène et l'iode se font équilibre. Mais fait-on disparaître cette complication, en opérant à une température telle que l'iodate cesse d'exister, et, par conséquent, de pouvoir se produire, ou bien en faisant intervenir un excès de vapeur d'iode, capable d'entraîner à mesure l'oxygène mis en liberté, on observe les phénomènes reconnus par Gay-Lussac et prévus par notre théorie.

» 2° Au contraire, *avec le calcium et les métaux terreux, l'oxygène doit déplacer l'iode gazeux directement,* d'après les nombres du tableau. C'est ce que l'expérience confirme. Fondons l'iodure de calcium, afin de l'obtenir anhydre, dans une atmosphère inerte, puis laissons-le refroidir. Remplissons le ballon d'oxygène sec par déplacement et chauffons de nouveau : dès que le sel commence à fondre, l'iode se dégage en abondance sous le jet d'oxygène, et l'on peut ainsi parvenir jusqu'à la chaux pure, au bout d'un temps

(1) *Annales de Chimie,* t. XCI, p. 36, 37 ; 1814.

(2) *Annales de Chimie et de Physique,* 5e série, t. XII, p. 313.

convenable. C'est une belle expérience de cours. Elle réussit également avec les iodures anhydres de baryum, de lithium et de strontium. Ce dernier résiste mieux que ses congénères; ce qui est conforme aux prévisions, les chaleurs de formation de l'oxyde et de l'iodure vers 500 degrés étant à peu près les mêmes. Cependant, d'après Gay-Lussac, la chaux, la baryte et la strontiane peuvent absorber l'iode sans dégager d'oxygène; sans nul doute, avec formation d'iodate, et suivant une réaction analogue à celle signalée plus haut pour l'iodure de potassium. Mais c'est là une réaction secondaire, dont les produits disparaissent sous l'influence d'une température plus haute, ou d'un excès d'oxygène.

» Le déplacement direct et abondant de l'iode gazeux par l'oxygène réussit de même avec l'iodure de magnésium et avec l'iodure de zinc, dernier corps dont Gay-Lussac avait déjà remarqué la décomposition par l'oxygène. Elle a lieu également bien avec l'iodure de cadmium, beau corps cristallisé et anhydre que l'on se procure aisément dans le commerce.

» L'iodure manganeux sec prend feu dans l'oxygène et brûle comme de l'amadou, en dégageant de l'iode et laissant de l'oxyde manganique.

» Les iodures d'étain et d'arsenic chauffés sont attaqués si énergiquement par l'oxygène, qu'ils prennent feu et brûlent avec une flamme livide, en produisant de l'oxyde stannique et de l'acide arsénieux. MM. Deville et Troost ont déjà observé la combustion de l'iodure d'aluminium; M. Hautefeuille, celle de l'iodure de titane; de même l'iodure de phosphore, etc. Dans toutes ces réactions, il y a substitution directe de l'iode par l'oxygène, avec un dégagement de chaleur conforme aux prévisions générales de la théorie.

» 3° Mais *le signe thermique du phénomène demeure indécis pour l'iodure de plomb, le protoiodure de cuivre* (dans les limites de température des expériences), probablement aussi pour l'iodure de bismuth ....

» Aussi, circonstance remarquable, voyons-nous reparaître ici ces phénomènes d'équilibre et de dissociation, accompagnés sans doute par la formation de composés secondaires, oxyiodures ou autres, phénomènes qui permettent de déplacer à volonté chacun des éléments par son antagoniste, suivant les proportions relatives mises en présence.

» Par exemple, l'iodure de plomb, l'iodure de bismuth, l'iodure cuivreux, chauffés fortement dans une atmosphère d'oxygène, dégagent de l'iode, quoique avec difficulté, surtout pour les deux premiers. Mais Gay-Lussac avait signalé, dès 1814, les décompositions inverses des oxydes de plomb et de bismuth par l'iode, avec dégagement d'oxygène et forma-

tion d'iodures (*loc. cit.*, p. 37 et 39). Le protoxyde de cuivre absorbe d'abord l'iode, d'après Gay-Lussac, sans dégager d'oxygène : ce qui permet d'expliquer la décomposition de l'iodure cuivreux chauffé par l'oxygène gazeux, en faisant intervenir la formation temporaire d'un oxyiodure.

» 4° Deux métaux seulement restent à examiner sur notre liste, le mercure et l'argent. Pour ces deux métaux, la chaleur de formation des iodures surpasse notablement celle des oxydes. Aussi l'iode déplace-t-il aisément l'oxygène de ces oxydes; tandis que la réaction inverse n'a point été observée. Un jet d'oxygène dirigé sur l'iodure d'argent fondu dans un matras n'en extrait point d'iode. Avec l'iodure de mercure, on n'observe autre chose que les traces d'iode produites par la dissociation spontanée de l'iodure qui se sublime.

» En résumé, les réactions comparées des éléments halogènes et de l'oxygène sur les divers métaux, les déplacements réciproques entre l'iode et l'oxygène en particulier, ne dépendent ni du type, ni des formules atomiques ou autres des combinaisons. Mais elles dépendent, au contraire, des quantités de chaleur dégagées par la combinaison directe des métaux avec chacun des éléments antagonistes pris sous des poids équivalents : la connaissance de ces quantités de chaleur suffit pour prévoir le sens, les particularités et le renversement même des réactions.

» Je rappellerai ici comment j'ai pu déjà prévoir et expliquer, par des considérations analogues, les déplacements réciproques entre les hydracides (1), l'eau, l'hydrogène sulfuré (2), l'acide cyanhydrique (3); entre les corps halogènes et leurs hydracides respectifs (4); entre l'acide sulfurique et les acides chlorhydrique ou azotique, opposés dans leurs sels dissous (5); etc., etc.

» Tout un ensemble de résultats empiriques, que l'on exposait jusqu'ici sans les prévoir ni les interpréter, se trouve ainsi relié par une théorie claire et précise. Cette théorie déduit les actions réciproques des composés entre eux, et à l'égard des corps simples, d'après la connaissance des quantités de chaleur dégagées dans la formation de chaque composé; pourvu

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. VI, p. 303. — (2) Même Recueil, t. IV, p. 186, 194, 198, 494. — (3) Même Recueil, 4e série, t. XXX, p. 494. — (4) Même Recueil, t. VI, p. 300; t. IV, p. 59 et 506. — (5) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXX, p. 514.

que l'on sache *les conditions propres d'existence de ce composé, envisagé isolément,* sous l'état même de corps solide ou gazeux, anhydre, hydraté, ou dissous, avec le degré de stabilité ou de dissociation qui lui est propre, à chaque température et au sein de chaque milieu, c'est-à-dire dans les circonstances exactes où il préexiste, ou bien doit se produire pendant la réaction elle-même. »

CHIRURGIE. — *De l'influence des découvertes de M.* Pasteur *sur les progrès de la Chirurgie.* Note de M. C. **Sédillot.**

« M. Pasteur a démontré que des organismes microscopiques, répandus dans l'atmosphère, sont la cause des fermentations attribuées à l'air qui n'en est que le véhicule et ne possède aucune de leurs propriétés.

» Ces organismes forment tout un monde, composé d'espèces, de familles et de variétés, dont l'histoire, à peine commencée, est déjà féconde en prévisions et en résultats de la plus haute importance.

» Les noms de ces organismes sont très-nombreux (¹) et devront être définis et, en partie, réformés. Le mot *microbe* (²) ayant l'avantage d'être plus court et d'une signification plus générale, et mon illustre ami, M. Littré, le linguiste de France le plus compétent, l'ayant approuvé, nous l'adoptons, sans néanmoins renoncer à ceux en usage, pour la désignation de variétés plus particulièrement étudiées.

» La démonstration des microbes et de leur rôle, dont l'Académie a été juge et témoin, a jeté un rayon de vive lumière dans les obscurités et les fausses et contradictoires appréciations où s'égarait la Chirurgie.

Dès la plus haute antiquité la Médecine a compris et formulé l'influence prépondérante de l'air sur la vie, la santé et les maladies.

» Le temps, malgré les immenses progrès de la Science, n'avait rien changé à ce point de vue jusqu'au moment où les découvertes de M. Pasteur l'ont complétement éclairé et ont profondément modifié l'état de la Chi-

---

(¹) *Synonymie :* microzoaires, micròphytes, aérobies, anaérobies, microgermes, micrococci, microzymas, bactéries, bactéridies, vibrions, microdermes, conferves, ferments, monades, animalcules, corpuscules, torules, *penicillium*, *aspergillus*, infusoires, *leptothrix*, *leptothricum*, spores de l'achorium, de favus, de l'oïdium, du muguet, organismes de l'acide tartrique droit et gauche, zymases septiques et septicémiques, etc.

(²) Μικρός, petit; βίος, vie.

rurgie et en particulier le traitement des plaies, comme nous allons le montrer.

» Diverses doctrines, réductibles à une seule ayant pour base : *Les dangers du contact de l'air*, partageaient les chirurgiens. Toutes reposaient sur des observations exactes et touchaient à la vérité, sans l'atteindre, en raison de leurs fausses interprétations et de leurs généralisations prématurées.

» M. Jules Guérin, se fondant sur l'unanimité des médecins, au sujet de l'air considéré comme agent d'insalubrité, d'infection et de pestilence, et ayant constaté, d'autre part, la presque certitude de la guérison des fractures, ruptures, etc., qui ne communiquent pas avec l'air, était arrivé très-justement à proclamer l'innocuité des plaies mises à l'abri de l'air, et avait proposé sa méthode d'opérations sous-cutanées. Cette conception doctrinale, d'une remarquable perspicacité, était légitime, mais on ne pouvait en trouver les moyens d'application avant les découvertes de M. Pasteur.

» D'autres chirurgiens supposaient qu'un poison putride, véritable virus traumatique (sepsine de Bergmann ou septine de Richardson), déterminait les complications infectieuses, sans être parvenus toutefois à en démontrer l'existence [1].

» La Chirurgie, malgré son ignorance de la cause réelle et initiale des accidents, ne cessait pas de les étudier directement. Considérant l'étranglement des capillaires, et particulièrement la rétention du pus, comme les plus grands dangers de la Chirurgie, nous avions adopté et appliqué, pendant plus de vingt ans, dans nos cliniques, un mode de pansement que l'on désigne actuellement sous les noms de *pansement ouvert* et de *pansement à l'air,* et qui nous permettait, joint à la méthode à un seul lambeau antérieur ou supérieur dont nous avions généralisé l'emploi, de réduire la plaie au minimun de ses surfaces de suppuration et d'assurer le libre écoulement des liquides qui s'y produisent.

» Nous obtenions ainsi de remarquables succès, qui ont été publiés, mais nous n'étions pas encore satisfait de ces résultats, ne pouvant les rattacher à un principe, ou cause générale, capable d'éclairer les obscurités dont nous restions entouré.

» Les découvertes de M. Pasteur concilièrent subitement les dissidences

---

[1] Dr J. Chauvel, médecin-major de 1re classe, *De l'action de l'air sur les plaies*, p. 4. In-8, Paris, 1878.

et les contradictions apparentes auxquelles la Chirurgie semblait condamnée et, par leurs clartés, elles s'élevaient à la hauteur d'un principe, dont l'éloquent Secrétaire perpétuel de l'Académie, M. Bertrand, a pu dire, dans son éloge de Lamé :

« Lorsqu'un principe général est reconnu, les applications de la Science en sont les conséquences logiques. On descend alors du principe aux faits partiels. Leur étude devient plus simple et plus complète. Ce qui était obscur est alors éclairé d'une vive lumière, et les doutes disparaissent. »

» L'innocuité et la nocivité de l'air s'expliquaient dès lors facilement par l'absence ou la présence d'organismes infectieux, dont la multiplication et les spécificités rendent certaines localités tellement insalubres que les chirurgiens sont réduits à s'abstenir des plus simples opérations dans les salles où règne la pourriture d'hôpital.

» Le pus, considéré tantôt comme un liquide favorable à la cicatrisation, tantôt comme l'élément le plus redoutable des complications, justifiait ces appréciations contradictoires, selon qu'il était pur ou infecté. Ce liquide, lorsqu'il s'écoule librement, entraîne les microbes dont il peut être chargé et ne produit aucun accident, tandis que, retenu dans quelque anfractuosité des plaies, il y devient putride et souvent mortel par suite de son introduction dans les capillaires. La compression des liquides joue ici un grand rôle et nous la signalons avec insistance pour montrer l'importance de ramener sans cesse la Biologie aux lois physiques.

» La magnifique découverte de la bactéridie charbonneuse par M. Davaine, si habilement confirmée par M. Pasteur, contre les objections de MM. Jaillard, Leplat et Paul Bert; la bactéridie putride, également reconnue par MM. Davaine, Pasteur, Coze et Feltz de Nancy, suffiraient à démontrer, si c'était encore à faire, l'existence de diverses espèces de microbes. La variété de ces infiniment petits est telle, que M. Pasteur a reconnu des vibrions distincts pour les deux acides tartriques droit et gauche, dont la Chimie n'a pas encore montré les différences de composition. Cette multitude d'agents de décomposition reporte la pensée à des forces d'attraction et de répulsion moléculaires, de sympathies et d'antipathies instinctives, dont l'étude mérite la plus sérieuse attention.

» Les découvertes de M. Pasteur expliquent l'emploi, dans le traitement des plaies, des pulvérulents, des styptiques, des baumes, onguents, caustiques, camphre, iode, alcool, et cent autres substances antiseptiques, dont il n'y a plus qu'à comparer les degrés de puissance contre les

microbes, comme barrières à leur contact ou agents de leur destruction. Là est le principe de tous les moyens de traitements préservatifs et curatifs. La Médecine et l'Hygiène s'appliquent à détruire les microbes intérieurement et extérieurement et à augmenter la résistance vitale des opérés, dont la race, la constitution et l'âge ont une grande influence sur les succès et les revers.

» M. Pasteur avait annoncé en 1860 qu'il préparait la voie à l'étude de l'origine des maladies. En 1861, M. le Dr Déclat, qui fut le premier à faire usage de l'acide phénique, dont il avait reconnu et constaté les propriétés antiseptiques, publia à ce sujet un livre qui eut beaucoup de retentissement (1).

En 1867, M. le professeur Lister fit connaître sa méthode d'opérations et de pansements phéniqués, rigoureusement conforme aux indications du principe de M. Pasteur, et, depuis cette époque, il n'a pas cessé de multiplier ses Mémoires sur sa méthode et ses résultats.

» Toute vérité scientifique a besoin de confirmations spéciales selon les applications qu'on veut en faire. Il fallait, pour être utilisé par la Chirurgie, que le principe de M. Pasteur y réalisât les espérances qu'il promettait. Le chirurgien anglais eut ce mérite, qui a fait sa célébrité.

» Je n'ai pas à décrire tous les ingénieux procédés du professeur Lister pour préserver les plaies du contact de l'air. M. Lucas Championière (2) les a très-exactement exposés et en a confirmé les avantages par ses propres succès. Depuis dix ans la Chirurgie tout entière s'est montrée aussi attentive que sympathique à ce mode de pansement, dont les succès s'imposent, aujourd'hui, à ceux-là mêmes qui les mettaient en doute ou en niaient l'efficacité. Le pansement de Lister, dit un de ses adversaires, permet des réunions immédiates admirables, parfois merveilleuses et dignes d'enthousiasme. A ceux qui disent obtenir les mêmes résultats, au moyen d'antiseptiques depuis longtemps en usage, et sans avoir recours à l'acide phénique, ne serait-on pas en droit de demander pourquoi ils ont attendu les exemples de Lister, qu'il leur eût été facile de précéder? On n'arrive jamais, dès les premiers essais d'application d'une méthode, à la simplicité, qui est le dernier terme de l'art. On modifiera sans doute les pansements de Lister, on essayera de

(1) Déclat, *Nouvelles applications de l'acide phénique en Médecine et en Chirurgie*. In-8°, Paris, 1865.

(2) *Chirurgie antiseptique*. In-12, Paris, 1876.

nouveaux antiseptiques on cherchera à les approprier aux degrés d'insalubrité des milieux. Le perfectionnement n'est-il pas la loi de l'humanité ([1])?

» Les succès du pansement ouaté de M. Al. Guérin, dans les amputations de la cuisse, malgré les quantités de vibrions qu'on a trouvés dans le pus, tiennent à plusieurs causes. La ouate a prévenu l'ensemencement par l'air de nouveaux microbes et une sorte d'empoisonnement continu à doses croissantes. La distension de la plaie par le coton en a effacé les anfractuosités. La compression uniforme des surfaces, l'immobilité, ont empêché l'étranglement des tissus, leur ulcération et les dangers de la pénétration des microbes dans les lymphatiques et les capillaires veineux. Sans étranglement, sans ulcérations et dans nos conditions habituelles de salubrité, les microbes ne traversent pas les surfaces d'une plaie. Dès les premiers jours de l'opération et pendant la période suppurative, ils sont repoussés par le libre écoulement des liquides, et ne peuvent évidemment en surmonter la force d'impulsion. C'est l'histoire de toutes les plaies simples exposées à l'air, sans complications infectieuses.

» M. Miquel ([2]), chef de service à l'Observatoire de Montsouris, a constaté, dans ses analyses de l'air, de grandes différences, dans le nombre et la variété des microbes selon les saisons, les jours de sécheresse, de pluie et d'orages, et l'ancienne Chirurgie avait certainement tenu compte de ces influences, dans le choix des saisons propices aux opérations. Les cultures dans les liqueurs de Cohn, de Raulin, de Pasteur ont montré que certaines espèces de microbes, « l'*Aspergillus niger*, entre autres, n'ont jamais été » trouvées parmi les conserves ensemencées par le passage d'une quantité » d'air déterminée. Cependant, pour se procurer ce cryptogame, il suffit » d'exposer à l'air une tranche de pain humide, et l'on ne tarde pas à l'y » voir croître. »

« Ce fait explique parfaitement la variété des accidents dont les plaies peuvent être le siége, en raison des nombreuses circonstances qui les modifient et les rendent plus ou moins propices au développement et à la multiplication de microbes différents. Il serait très-rationnel d'instituer des appareils d'analyse de l'air dans les hôpitaux, dont on apprécierait ainsi journellement les degrés de salubrité et d'infection.

([1]) C. Sédillot, *Du relèvement de la France*. In-8, Paris, 1874.

([2]) *Annuaire de l'Observatoire de Montsouris pour l'an* 1878, p. 513.

» Parmi les espérances qu'inspire l'application des découvertes de M. Pasteur au traitement des plaies, nous plaçons la réunion immédiate des os, dans les résections articulaires, et leur transformation fibreuse, sans suppuration, à la suite des amputations. J'avais pratiqué vers 1836, à l'hopital du Val-de-Grâce, une amputation de l'extrémité du premier métacarpien et la plaie s'était fermée en quelques jours par adhésion immédiate. L'examen anatomique du moignon de l'opéré, mort subitement de lésion interne, montra l'os isolé sans adhérences, sans traces d'inflammation ni de suppuration. J'ai constamment, depuis cette époque, rappelé cette observation que je regardais comme un *fait d'attente*. On peut juger de ma satisfaction de voir, après quarante ans d'attente, ce fait parfaitement expliqué et compris et sur le point d'être pratiquement généralisé.

» Les opérations que l'on osait à peine entreprendre avant la méthode de pansement de M. Lister donnent aujourd'hui de nombreux succès, dont l'on ne peut encore prévoir le terme.

» M. Eug. Bœckel, mon ancien collègue, et l'un des meilleurs chirurgiens de notre temps, m'a dernièrement adressé quatre observations que je cite sommairement :

« Amputations de la cuisse. — Herbert, Louis, 20 ans. Ostéite chronique de la tête du tibia. Amputation de la cuisse à lambeau antérieur le 23 mai 1877. Suture du lambeau. Ligatures et drainage au catgut. Le moignon reste enveloppé de ouate salicylée les cinq premiers jours; puis pansement journalier à la mousseline phéniquée. Le onzième jour le blessé se lève et marche avec des béquilles. La plaie est entièrement guérie, sauf deux fistulettes laissées par le drainage.

» Gress, Marie, 16 ans. Ostéosarcome du fémur droit avec fracture spontanée. Amputation de la cuisse le 3 septembre 1877 à lambeau antérieur. Même pansement. Aucune élévation de température. La malade se lève guérie le quatorzième jour.

» Cancers du sein. — Dorothée Bauer, 38 ans. Excision, le 26 juillet 1875, de toute la glande mammaire et de nombreux ganglions axillaires conglobés. Quinze ligatures au catgut, suintement assez abondant de sérosité le premier jour. La plaie, de $0^{m},20$ de longueur, est réunie le troisième jour et est restée depuis réunie, sans une goutte de pus.

» Mme X., 52 ans. Excision de la mamelle gauche et de ganglions axillaires, le 4 juillet 1876. Vingt ligatures artérielles au catgut. Réunion absolue et persistante après un suintement séreux le premier jour. »

» M. E. Bœckel ajoute qu'il lui eût paru insensé, il y a peu d'années, de croire possibles et de tenter de pareilles guérisons, et que, s'il n'en obtient pas toujours d'aussi rapides et de si heureuses, il en trouve habituelle-

ment les causes dans quelques défauts de précautions dont il n'hésite pas à s'accuser. La voix de M. E. Bœckel n'est pas isolée; elle retentit de toutes parts : c'est la voix de la vérité et du progrès.

» Nous aurons assisté à la conception et à la naissance d'une Chirurgie nouvelle, fille de la Science et de l'art, qui ne sera pas une des moindres merveilles de notre siècle et à laquelle les noms de Pasteur et de Lister resteront glorieusement attachés. »

M. d'Abbadie demande la parole et s'exprime comme il suit :

« Les faits et la théorie cités par M. Sédillot me rappellent ce que j'ai observé à Muçaww'a, sur le rivage de la mer Rouge, ainsi que dans les environs de cette ville. De même que sur la côte opposée de cette mer, on y rencontre souvent cet ulcère chronique qui suit ordinairement la moindre plaie reçue au-dessous du genou, et qu'on appelle *plaie du Yemen*, d'après la contrée de l'Arabie où elle a d'abord été observée. Les indigènes de cette région africaine professent la maxime que, pour être guérie, une plaie doit rester en contact avec l'air. Des furoncles, causés peut-être par la chaleur qui est très-forte à Muçaww'a, s'étant développés sur mes jambes, se changèrent tous en plaies du Yemen. J'en eus sept à la fois pendant plus de trois mois et deux de ces ulcères étaient toujours plus douloureux et grandissaient à vue d'œil, tant que je les tenais à l'abri de l'air. L'opinion des indigènes a donc été ainsi confirmée. Si des observations spéciales viennent à son appui, il faudra en conclure que l'air de ces régions ne contient pas de microbes. Ce résultat serait des plus intéressants à prouver. »

THERMODYNAMIQUE. — *Les vibrations de la matière et les ondes de l'éther dans les combinaisons chimiques*. Note de M. **Favé**.

« L'explication que j'ai donnée des phénomènes photochimiques, des propriétés différentes appartenant à des corps de même composition, et enfin d'un cristal, si petit qu'il soit, déterminant la formation immédiate des cristaux identiques qui se séparent de leur dissolution, me dispense de passer en revue les combinaisons chimiques qui s'opèrent à l'aide de la chaleur. Je me bornerai à faire remarquer qu'elles s'expliquent toutes par la communication des mouvements vibratoires, et je supposerai cela admis pour indiquer les enseignements qu'on en doit tirer.

» Pour augmenter la température d'un corps et par conséquent la force

vive dont il est doué, on agit sur lui, d'après les procédés en usage, par des mouvements vibratoires nombreux et indéterminés, sans savoir si ces mouvements sont en concordance ou en discordance avec les vibrations du corps à échauffer. Il résulte de là, souvent, des effets tout autres que ceux qu'on cherche, et une limite trop étroite à la température produite. On conçoit aisément quel intérêt aurait la Chimie à n'introduire, dans chaque cas, que les mouvements utiles à la nouvelle combinaison. On est ainsi amené à penser que la Physique devra s'occuper du soin de reconnaître quelles sont les vibrations constitutives de tous les corps, de chercher le moyen d'isoler chaque vibration, de la produire à volonté, et d'en augmenter l'intensité suivant les besoins. Par des progrès de cette nature, la Physique arriverait à développer des phénomènes qui sont de son ressort, et elle donnerait à la Chimie des moyens d'action qui ne sauraient manquer d'être féconds. Je placerai ces vues, qui pourraient sembler empreintes d'exagération ambitieuse, sous l'égide du génie de Fresnel, en empruntant à ses œuvres les deux citations qui suivent :

« Quel que soit au reste le système qu'on adopte sur la production de la lumière et de la chaleur, on ne peut pas mettre en doute les vibrations continuelles du calorique et des particules des corps : la force et la nature de ces vibrations doivent avoir une grande influence sur tous les phénomènes qu'embrassent la Physique et la Chimie, et il me semble qu'on en a trop fait abstraction jusqu'à présent dans l'étude de ces deux sciences. »

» Voici la même pensée avec des développements donnant aux conclusions que j'ai présentées un appui très-explicite :

« Si la lumière n'est qu'un certain mode de vibrations d'un fluide universel, comme les phénomènes de la diffraction le démontrent, on ne doit plus supposer que son action chimique sur les corps consiste dans une combinaison de ses molécules avec les leurs, mais dans une action mécanique que les vibrations de ce fluide exercent sur les particules pondérables, et qui les oblige à de nouveaux arrangements, à de nouveaux systèmes d'équilibre plus stable pour l'espèce ou l'énergie des vibrations auxquelles elles sont exposées. On voit combien l'hypothèse que l'on adopte sur la nature de la lumière et de la chaleur peut changer la manière de concevoir leurs actions chimiques, et combien il importe de ne pas se méprendre sur la véritable théorie, pour arriver enfin à la découverte des principes de la Mécanique moléculaire, dont la connaissance jetterait un si grand jour sur toute la Chimie. Si quelque chose doit contribuer puissamment à cette grande découverte et révéler les secrets de la constitution intérieure des corps, c'est l'étude approfondie des phénomènes de la lumière. »

» J'ai indiqué, du moins je l'espère, la voie à suivre pour parvenir au but que Fresnel a signalé.

» En résumé, les hypothèses qui ont servi, dans mes Communications précédentes, à expliquer de nombreux phénomènes de la Physique et tous ceux de la Chimie, se résument ainsi :

» 1° Les éléments de la matière pondérable exécutent incessamment des vibrations courtes et rapides qui échappent à la vue.

» 2° Ces vibrations communiquent leur mouvement à l'éther, y forment des ondes dont les longueurs sont proportionnelles aux durées des vibrations et qui se propagent toutes uniformément avec la même vitesse.

» 3° Les ondes de l'éther renforcent les vibrations des corps sur lesquels elles tombent, toutes les fois qu'il y a concordance.

» 4° Les ondes de l'éther se propagent, se rencontrent et se croisent en conservant chacune son individualité et son influence propre; chaque élément de l'éther ne faisant qu'obéir à la résultante des forces appliquées au même moment sur chacun de ses points.

» 5° Les ondes de l'éther produisent, d'après leur longueur et leur intensité, et aussi d'après le système vibratoire du corps qu'elles frappent, soit des effets calorifiques, soit des effets lumineux, soit des effets chimiques. Ces trois effets peuvent être soit séparés, soit réunis tous ensemble ou deux à deux.

» La première de ces hypothèses, intimement liée à la découverte de Meyer, semble devoir être désormais à l'abri de toute contestation, puisque nous ne connaissons pas la matière sans chaleur et partant sans mouvement. La seconde est assise de même sur une base solide, depuis qu'on a pu mesurer les longueurs des ondes comprises dans toute l'étendue du spectre. La troisième trouve son point d'appui dans les effets dynamiques produits par la chaleur rayonnante, mais j'y ai ajouté la condition de la concordance comme étant nécessaire à l'action réciproque des vibrations et des ondes. La quatrième n'est que l'extension à l'éther de ce qui a lieu dans l'air pour les ondes sonores, et la cinquième est admise aujourd'hui par les physiciens.

» L'éther a été longtemps considéré comme une substance immatérielle n'ayant rien de commun avec les corps pondérables. Ce préjugé domine encore, sans qu'on s'en aperçoive, quand on parle du vide comme d'un espace où il n'y a rien, alors qu'on le sait occupé par l'éther. On s'appuie, pour considérer l'éther comme purement idéal, sur ce qu'il y aurait d'inconciliable dans deux propriétés dont il paraît doué, une très-grande élasticité et une très-petite densité. Mais, quand on considère que le gaz hydrogène, dont la densité, à pression égale, est le seizième de celle de l'oxygène, est doué d'une élasticité quatre fois plus grande, on voit qu'un accrois-

sement d'élasticité se concilie déjà, dans la matière pondérable, avec une diminution de densité.

» Si l'on voulait chercher à se rendre compte de ce que pourrait être la densité de l'éther relativement à celle de l'oxygène au moyen du rapport qu'il y a entre les vitesses de propagation des ondes dans la substance et dans le gaz, on aurait à prendre pour données la vitesse du son dans l'oxygène, qui est en nombre rond de 320 mètres par seconde, et la vitesse de la lumière dans l'éther, qui est de 320 000 000 de mètres. Le rapport des vitesses étant de 1 à 1 000 000, le rapport inverse des carrés des vitesses, celui des densités, serait donc suivi de douze zéros, c'est-à-dire 1 000 000 000 000 à 1. Ainsi la densité de l'oxygène à la pression de 760 millimètres de mercure serait un million de millions de fois celle de l'éther. Malgré cela, la masse de l'éther contenue dans l'étendue de notre système solaire n'en serait pas moins beaucoup plus grande que celle de la matière pondérable.

» Quand une onde de l'éther ayant 320 millioniėmes de millimètre de longueur transmettra sa force vive à la matière pondérable, le nombre par lequel nous l'exprimerons sera très-petit sans doute ; mais cette force vive sera multipliée, pour la durée d'une seconde, par un nombre si grand que déjà elle deviendra notable. La grande distance entre les densités est en quelque sorte compensée par la promptitude avec laquelle l'effort se reproduit. En fait, la densité de l'éther, si petite qu'elle soit par rapport à celle de l'oxygène, est appréciable numériquement, et cela suffit. Nous pouvons même ajouter que l'éther exerce sans doute dans l'univers une influence plus grande encore. On peut prévoir que la science découvrira, à une époque qui n'est peut-être pas très-éloignée, l'influence de cette substance si longtemps ignorée sur les lois qui régissent les mondes dans leur immensité et la matière dans ses plus petits éléments. »

ACOUSTIQUE. — *Sur le phonographe de* M. Édison. Note de M. **du Moncel**.

« Le phonographe de M. Edison, que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, a pour but, non-seulement d'enregistrer les vibrations déterminées par la voix dans un téléphone, mais encore d'utiliser les traces produites à la reproduction phonétique des sons ou des paroles qui les ont provoquées.

» Pour obtenir ce résultat, M. Édison adapte devant un cylindre enregistreur, mis en mouvement d'une manière quelconque, une lame vibrante de téléphone, qui porte, par l'intermédiaire d'un support en caoutchouc,

une pointe traçante soutenue d'autre part par une lame de ressort qui lui donne la roideur et l'élasticité convenables pour se prêter à la fois à la transmission et à la réception ([1]). Le cylindre, dont l'axe est muni d'un pas de vis pour lui faire accomplir un mouvement de translation suivant son axe, en même temps que s'effectue son mouvement de rotation, présente à sa surface une petite rainure hélicoïdale, dont le pas est exactement celui de la vis qui fait avancer le cylindre, et la pointe téléphonique s'y trouvant une fois engagée peut la parcourir dans toute sa longueur. Une feuille de papier d'étain ou de cuivre très-mince est appliquée exactement sur cette surface cylindrique, et doit y être un peu déprimée, afin d'y marquer légèrement la trace de la rainure et de placer convenablement la pointe de la lame du téléphone. Celle-ci, d'ailleurs, appuie sur cette feuille sous une pression susceptible d'être réglée.

» Quand l'appareil est ainsi disposé, il suffit de parler fortement devant la lame téléphonique et de tourner rapidement le cylindre, pour qu'aussitôt les vibrations de la lame se trouvent enregistrées sur la feuille d'étain par une multitude de petits gauffrages imperceptibles et plus ou moins profonds, qui sont distribués tout le long de la rainure. Or ces gauffrages ont un relief suffisant pour que, repassant sous la pointe traçante de la lame téléphonique, ils puissent à leur tour faire vibrer celle-ci et lui faire reproduire les paroles ou les sons qui l'avaient d'abord impressionnée. Ces sons, étant amplifiés au moyen d'une sorte de porte-voix, peuvent être entendus à distance de l'instrument et plus distinctement que dans un téléphone ordinaire.

» Par ce système, on peut donc mettre la parole en portefeuille et l'on peut la reproduire dans tel ton qu'il convient suivant la vitesse de rotation que l'on donne au cylindre qui porte la dépêche. Si cette vitesse est la même que celle du cylindre qui l'a enregistrée, le ton des paroles reproduites est le même que celui des paroles qui ont été prononcées. Si elle est plus grande, le ton est plus élevé, et si elle est moins grande, le ton est plus bas; mais on reconnaît toujours l'accent de celui qui a parlé. On peut aussi, en plaçant devant la lame vibrante un téléphone à ficelle, transmettre à distance la parole ainsi produite, et cette transmission peut même être

---

([1]) Ce support en caoutchouc est nécessaire pour modérer les effets produits sur la pointe traçante par les trop grandes amplitudes des vibrations de la lame téléphonique. Déjà on est obligé d'atténuer un peu celles-ci au moyen de coussins de caoutchouc que l'on place entre la lame et les bords de l'embouchure de l'appareil téléphonique.

effectuée à grande distance par l'intermédiaire d'un téléphone électrique, si l'on adapte à la lame téléphonique qui traduit la parole enregistrée un système de transmission électrique, ou simplement un téléphone ordinaire, pour lequel cette lame téléphonique jouerait le rôle de la voix.

» Comme le raccordement des feuilles d'étain sur un cylindre est toujours assez délicat à effectuer, M. Édison a cherché à obtenir les traces en question sur une surface plane, et il a obtenu ce résultat de la manière la plus heureuse. Dans ce nouveau modèle, la plaque sur laquelle doit être appliquée la feuille d'étain ou de cuivre est creusée d'une rainure hélicoïdale en limaçon dont un bout correspond au centre de la plaque et l'autre bout aux côtés extérieurs, et cette plaque est mise en mouvement par un fort mécanisme d'horlogerie dont la vitesse est régularisée. Au-dessus de cette plaque est placée la lame du téléphone, qui est d'ailleurs disposée comme dans le premier appareil et peut accomplir un mouvement de translation du centre à la circonférence de la plaque. Enfin, quatre points de repère permettent de placer toujours et sans tâtonnement la feuille d'étain dans la véritable position qu'elle doit avoir.

» L'appareil que M. Édison présente à l'Académie a été disposé d'après le premier système, mais les expériences dont l'Académie a été témoin sont suffisantes pour montrer que le problème peut être aussi bien résolu avec le second système, car ce sont les mêmes effets qui sont en jeu. »

PHYSIQUE. — *Sur les applications industrielles de l'électricité.* Note de M. Th. du Moncel.

« En présentant à l'Académie le tome V de mon *Exposé des applications de l'électricité* (troisième édition), qui traite des *applications industrielles de l'électricité*, qu'il me soit permis d'indiquer sommairement à l'Académie les principales de ces applications, afin qu'elle juge des progrès accomplis pendant ces dernières années, dans cette partie si intéressante des sciences appliquées.

» Sans insister sur les applications de l'électricité aux métiers à tisser et à filer la soie, qui ont eu un grand retentissement il y a une vingtaine d'années, nous pourrons signaler en ce moment, dans ce genre d'industrie, celles qui ont été faites aux casse-fils et aux navettes, et qui ont fort bien réussi. Mais c'est surtout aux instruments phonétiques et de précision que l'électricité a prêté le concours le plus efficace et le plus varié, et la des-

cription des différents systèmes qui ont été imaginés comprend près de la moitié de mon volume. C'est ainsi que nous en retrouvons l'emploi dans les grandes orgues, les pianos, les pyrophones, les harmonicas, les métronomes, les *téléphones* de diverses natures, les machines à imprimer, les machines à graver, les appareils de lecture pour les aveugles, les thermomètres, pyromètres, psychromètres, hygromètres, photomètres et actinomètres, les appareils de sondage et de triage, etc., etc. Tantôt nous voyons l'électricité intervenir comme organe avertisseur et régulateur dans les appareils thermométriques, soit pour obtenir une température constante dans un appartement, soit pour prévenir d'un commencement d'incendie, soit pour diriger la cuisson des vitraux peints ou la fabrication de la bougie stéarique; tantôt nous la voyons remplir une action analogue dans son application aux manomètres, soit pour l'entretien du niveau de l'eau dans les chaudières des machines à vapeur, soit pour régler la pression du gaz dans les tuyaux de distribution, soit pour indiquer les fuites d'eau ou de gaz, soit pour le réglage des mouvements des moteurs, soit pour celui des instruments de précision, tels que sphéromètres, baromètres, piles, etc., etc.

» Les applications aux usages domestiques sont également très-nombreuses, et, parmi elles, j'aurai à citer : les dispositifs qui se rapportent aux sonneries d'appartements, aux indicateurs télégraphiques de service, aux serrures, etc.; les systèmes imaginés pour prévenir les postes de pompiers en cas d'incendies; les machines à voter, dont les systèmes sont aujourd'hui très-variés; les marqueurs électriques, tels que cibles télégraphiques, marqueurs de courses, de bourses, de billards, etc.; les rideaux de théâtre électriques; les plumes électro-autographiques; les bijoux électriques.

» Les électromoteurs, bien que n'ayant pas donné jusqu'ici de bons résultats, ont été combinés de bien des manières, et j'ai dû leur consacrer dans mon livre un chapitre important, en le faisant précéder de considérations théoriques utiles pour ceux qui seraient tentés de se lancer dans cette voie.

» La télégraphie, de son côté, a élargi son cadre, et, aujourd'hui, elle est appliquée dans beaucoup de cas particuliers, par exemple pour les opérations militaires, la prévision du temps, les annonces des inondations et des incendies, les services sémaphoriques, la navigation, la pêche, les recherches de police, les affaires privées, etc., etc.

» Mais l'application la plus curieuse et qui, aujourd'hui, préoccupe beaucoup les esprits, est la lumière électrique. J'ai dû lui consacrer plus de 130 pages dans mon volume. Depuis quelques années, les inventions qui

s'y rapportent se sont succédé avec une telle rapidité, que c'est tout un travail que de les suivre. Aussi ai-je dû étudier séparément tout ce qui se rapporte à la génération de la lumière électrique, aux moyens de la régulariser et de l'employer, à son prix de revient et à ses applications les plus utiles. Ces applications sont plus nombreuses qu'on ne le croit généralement ; elles se rapportent à l'éclairage des phares, des navires, aux signaux nautiques de grande portée, aux arts militaires, à l'éclairage des trains de chemins de fer, des galeries de mine, des cavités obscures du corps humain, des gares et des grandes usines ou ateliers, aux travaux sous-marins, aux projections des diverses expériences de Physique, aux représentations théâtrales, etc., etc.

» Comme applications des effets calorifiques de l'électricité, j'aurai à citer celles qui en ont été faites au tir des mines et des torpilles, à l'allumage des becs de gaz et autres corps combustibles, à la mise en action de certains moteurs électro-chimiques, aux opérations chirurgicales, comme moyen de cautérisation, etc., etc.

» Toutes ces applications ont été longuement développées dans le volume que je présente aujourd'hui et qui termine l'ouvrage auquel je travaille depuis sept ans. »

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture d'une Lettre par laquelle le P. Ferrari, astronome adjoint à l'Observatoire du Collége romain, annonce à l'Académie la mort de l'illustre directeur de cet Observatoire, le *P. Secchi*, Correspondant de la Section d'Astronomie, décédé à Rome le 26 février 1878.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de S. M. don Pedro d'Alcantara, élu Associé étranger.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

M. Cialdi obtient. . . . . 41 suffrages.
M. Gould obtient. . . . . 2 »

Il y a un bulletin blanc et un bulletin illisible.

M. Cialdi, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé Correspondant de l'Académie.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les concours de l'année 1878.

Le dépouillement donne les résultats suivants :

Grand prix des Sciences mathématiques. — Application de la théorie des transcendantes elliptiques ou abéliennes à l'étude des courbes algébriques.

MM. Puiseux, Hermite, Bonnet, Bouquet, Chasles réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bertrand et Serret.

Grand prix des Sciences mathématiques. — Examiner s'il existe, dans la valeur du grand axe de l'orbite qu'une planète décrit autour du Soleil, des inégalités séculaires de l'ordre du cube des masses et, dans le cas où ces inégalités ne se détruiraient pas rigoureusement, donner le moyen d'en calculer la somme, au moins approximativement.

MM. Puiseux, Liouville, Faye, Yvon Villarceau, Lœwy réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Chasles et Bertrand.

Grand prix des Sciences mathématiques. — Étude de l'élasticité des corps cristallisés, au double point de vue expérimental et théorique.

MM. Fizeau, Jamin, Becquerel, Berthelot, Tresca réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Resal et Daubrée.

Grand prix des Sciences physiques. — Étude du mode de distribution des animaux marins du littoral de la France.

MM. Milne-Edwards, Blanchard, de Lacaze-Duthiers, de Quatrefages, P. Gervais, réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Robin et Daubrée.

Prix extraordinaire de six mille francs. — Progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

MM. Pâris, Dupuy de Lôme, Jurien de la Gravière, Rolland et Mouchez réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Tresca et Phillips.

Prix Poncelet. — Décerné à l'auteur de l'ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées.

MM. Chasles, Bertrand, Bonnet, Phillips, Resal réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Puiseux et Tresca.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

OPTIQUE. — *Sur la polarisation elliptique par réflexion à la surface des corps transparents.* Note de M. A. Cornu.

(Renvoi à la Section de Physique.)

« Le phénomène particulier découvert par Brewster dans l'étude optique du diamant et de divers corps très-réfringents, à savoir l'impossibilité de polariser complétement un rayon de lumière naturelle par réflexion, a été pour Cauchy le point de départ de travaux importants qui l'ont conduit à formuler analytiquement les lois du phénomène; elles sont résumées dans les trois expressions suivantes :

$$\frac{J}{I} = \frac{\cos^2(i+r) + \varepsilon^2 \sin^2 i \sin^2(i+r)}{\cos^2(i-r) + \varepsilon^2 \sin^2 i \sin^2(i-r)} \qquad \left\{ \begin{array}{l} \operatorname{tang} 2\pi \dfrac{\delta'}{\lambda} = \varepsilon \sin i \operatorname{tang}(i+r), \\ \operatorname{tang} 2\pi \dfrac{\delta''}{\lambda} = \varepsilon \sin i \operatorname{tang}(i-r); \end{array} \right.$$

J et I sont les coefficients de réduction par réflexion de la vibration lumineuse incidente suivant qu'elle est parallèle ou perpendiculaire au plan d'incidence; i et r les angles d'incidence et de réfraction; $2\pi\frac{\delta'}{\lambda}$ $2\pi\frac{\delta''}{\lambda}$ les différences de phase de la vibration réfléchie avec la vibration incidente suivant qu'elle est parallèle ou perpendiculaire au plan d'incidence : ε un paramètre, nommé *coefficient d'ellipticité*.

» C'est à M. Jamin qu'on doit d'avoir démontré par une série d'expériences variées l'exactitude des lois proposées par Cauchy : il a de plus montré que, si le phénomène découvert par Brewster est plus apparent et plus intense sur les corps très-réfringents, il est néanmoins général et se présente avec toutes les substances transparentes, quel que soit leur degré de réfringence.

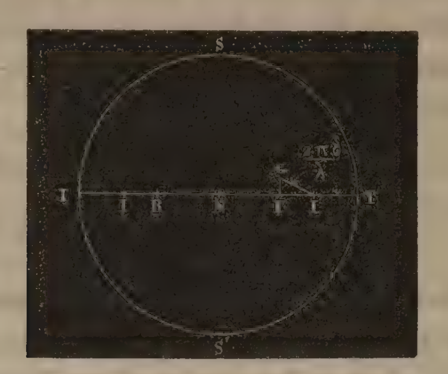
» Les résultats de ces belles recherches théoriques et expérimentales figureraient certainement depuis longtemps dans l'enseignement classique si les lois auxquelles elles conduisent, dégagées de leur expression analytique, pouvaient être mises sous une forme plus directement accessible. Je crois avoir fait un pas important dans cette voie de simplification, en ce qui concerne les différences de phase, par la découverte d'une loi expérimentale, susceptible d'une représentation géométrique extrêmement simple, dont voici l'énoncé, après la description des éléments à considérer.

» La figure ci-jointe représente la projection stéréographique de la surface de cette sphère sur le plan de la surface réfléchissante prise comme

plan du tableau. Le cercle TST′S′ est la trace de la sphère sur ce plan : le diamètre TT′ représente le plan d'incidence, N la normale au point d'incidence, I la trace du rayon incident, R du rayon réfracté prolongé, I′ du rayon réfléchi et F du rayon réfléchi sous l'incidence principale.

» La loi annoncée est la suivante :

» *Si, au point* F *et perpendiculairement au plan d'incidence, on élève un petit arc de grand cercle* FG $= b$, *caractéristique de la substance réfléchissante, la différence de phase des deux composantes parallèles et perpendiculaires au plan d'incidence de la vibration du rayon réfléchi* I′ *est donnée par l'angle* GI′T′.



» Cette construction reproduit la variation bien connue de la différence de phase avec l'incidence; en effet, sous l'incidence rasante, lorsque le rayon réfléchi I′ est en T′, l'angle GI′T′ est sensiblement égal à π, à cause de la petitesse de l'arc FG ; cet angle décroît ensuite en tendant vers $\frac{1}{2}\pi$, qu'il atteint pour l'incidence principale F, et devient sensiblement nul pour l'incidence normale lorsque I′ coïncide avec N.

» Le *signe* de la réflexion $\varepsilon < 0$, $\varepsilon > 0$ est également représenté par un élément de la figure, à savoir le sens dans lequel l'arc FG est compté. Le triangle sphérique FGI′ donne sans peine pour l'expression analytique de cette loi, en appelant P l'angle d'incidence principale et b l'arc FG,

$$\operatorname{tang}\frac{2\pi\delta}{\lambda}\sin(P - i) = \operatorname{tang} b, \quad \operatorname{tang} b = \text{const.} = H.$$

» J'ai été conduit à cette loi par l'expérience seule et sans avoir égard aux formules de Cauchy ; il est bon de remarquer néanmoins que la différence *numérique* entre les résultats de ces deux expressions doit être beaucoup moindre qu'on ne le croirait au premier abord. En effet, la valeur de $\operatorname{tang}\frac{2\pi\delta''}{\lambda}$ de Cauchy est toujours négligeable, de sorte que $\frac{2\pi\delta'}{\lambda}$ représente à elle seule la différence de phase que j'ai désignée par $\frac{2\pi\delta}{\lambda}$; il en résulte

que $\sin(P - i)$, qui s'annule comme $\cos(i + r)$ pour $i + r = 90°$, joue le même rôle que $\tang(i + r)$ de la formule précitée. On établit donc aisément la concordance approchée des deux formules et la correspondance des paramètres H (ou $\tang b$) et ε :

$$H = \varepsilon \sin^2 P \cos P.$$

» Cette relation est importante au point de vue expérimental, parce qu'elle permet d'obtenir facilement la valeur du coefficient d'ellipticité ε et uniquement par des mesures de différences de phase.

» Je donnerai comme exemple de vérification de cette loi l'étude effectuée sur un bel échantillon de blende transparente, face de clivage (série de mai 1870). Les observations ont été croisées de façon à éliminer certaines erreurs, de sorte que la moyenne seule des deux séries est à considérer. Les différences de phase ont été mesurées avec un compensateur à *teintes plates* de H. Soleil, dont l'usage est plus précis et surtout moins fatigant pour les yeux que le compensateur à franges. Le plan de polarisation du polariseur était à 60 degrés du plan d'incidence :

RÉFLEXION A GAUCHE.

	$2\pi \frac{\delta}{\lambda}$		Différence
i.	Obs.	Calc.	obs.-calc.
° ′	° ′	° ′	° ′
77.16	1.44	4.26	− 2.42
74.46	5.11	5.51	− 40
72.16	7.16	8.37	− 21
69.46	16.16	16.19	− 3
68.31	29.4	28.44	− 40
67.15	80.16	76.52	+ 3.24
61.1	145.38	143.0	+ 2.38
64.46	156.43	161.16	− 4.33
62.16	173.17	170.44	+ 2.33
59.46	175.3	173.51	+ 1.12

On en déduit

$$P = 67°5', \quad H = 0,0171$$
$$n = 2,366 \quad \text{et} \quad \varepsilon = 0,0415.$$

RÉFLEXION A DROITE

	$2\pi \frac{\delta}{\lambda}$		Différence
i.	Obs.	Calc.	obs.-calc.
° ′	° ′	° ′	° ′
72.44	7.43	7.3	+ 40
70.14	15.13	12.11	+ 3 2
67.44	35.38	35.48	− 10
67. 6	64. 0	61.45	+ 2.15
66.29	104. 8	106.14	− 2. 6
66.51	133.32	138.45	− 5.13
65.14	151.17	153. 5	+ 1.12
62.44	167.47	169. 7	− 1.20
60.14	175. 0	173.25	+ 1,58

On en déduit

$$P = 66°42', \quad H = 0,0130$$
$$n = 2,322 \quad \varepsilon = 0,0390.$$

» Les différences entre l'observation et le calcul sont relativement faibles, car on doit les rapporter à 360 degrés : la difficulté des mesures ne permet guère de compter sur plus de 1 pour 100 en moyenne comme précision,

» La valeur moyenne de $n = 2,344$ et celle de $\varepsilon = 0,0403$. M. Jamin avait trouvé sur un échantillon de blende $n = 2,371$, $\varepsilon = 0,0296$. La concordance, satisfaisante pour l'indice de réfraction, est moindre pour le coefficient d'ellipticité : mais l'état des surfaces et la couleur de la lumière employée jouent un tel rôle dans ces phénomènes qu'on ne peut établir la concordance des mesures qu'avec l'identité des échantillons et de la lumière.

» En résumé, cette loi, qui numériquement donne sensiblement les mêmes résultats que les formules de Cauchy, a tous les défauts, mais aussi tous les avantages d'une loi empirique : son grand mérite, outre sa simplicité, est de représenter les faits indépendamment de toute théorie ; or, dans le cas présent, ce mérite a quelque importance. La théorie de Cauchy, fondée sur la considération du *rayon évanescent*, n'est pas à l'abri de toute critique; d'autre part, d'après les expériences de M. Jamin, l'interprétation du coefficient d'ellipticité ne rendrait pas compte des phénomènes que présente la réflexion sur des surfaces immergées dans des liquides. La loi que je propose pourra peut-être servir à établir une théorie plus rigoureuse de ces phénomènes. »

PHYSIQUE. — *Note sur les vibrations des liquides ;* par M. A. **Barthélemy**. (Extrait.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Bertrand, Faye, Jamin, Resal).

« Les *Comptes rendus* du 4 février contiennent une Note de M. P. Dubois, sur les vibrations transversales des liquides. Je prends la liberté de faire remarquer que, depuis 1872 [1], j'ai publié sur ce sujet des recherches où se trouvent énoncées les lois que publie aujourd'hui M. P. Dubois, et par des procédés souvent identiques.

» En projetant les plissements formés sur des vases de forme carrée, triangulaire, circulaire et elliptique, pleins de mercure et éclairés par un faisceau lumineux, j'ai institué des expériences que j'ai répétées, soit dans mes cours, soit à la réunion des Sociétés savantes de 1876 (*La Nature*, 1876). Enfin, dans un ouvrage sur les plaques et membranes elliptiques, j'ai consacré un Chapitre aux *plaques liquides elliptiques*.

» On trouvera, dans ces diverses publications, des observations sur le sable du fond de la mer, du bord des rivières, sur l'image de la surface du liquide projetée sur le fond de la rivière, et aussi sur les stries des nuages et de la queue de la comète Coggia (*Comptes rendus*, 1874), qui prouvent que tous les milieux sont susceptibles des divers modes de vibrations régulières. »

---

[1] *Comptes rendus*, 1872. *Les Mondes*, de M. l'abbé Moigno, 1872. — *Annales de Chimie et de Physique*, 1874, etc.

M. A. Sarrand adresse une Note relative à l'emploi du sifflet à vapeur, pour éviter les accidents de chemins de fer.

(Renvoi à la Commission des chemins de fer.)

M. F. Bourrely adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un écrit in-8°, de quelque étendue, de M. *Léon*, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées en retraite, sur la question de l'« Uniformité d'une mesure monétaire », commune aux différentes nations, question dont on s'est occupé en 1867, et qui reviendra sans doute, comme faisant suite à celle du mètre. M. Léon a déjà fait, à cette époque de 1867, deux Communications à l'Académie (*Comptes rendus*, t. LXIV et LXV).

ASTRONOMIE. — *Découverte d'une petite planète à l'Observatoire de Pola*, par M. Palisa; présentée par M. Yvon Villarceau.

« M. Knorre nous adresse la Lettre suivante :

« Berlin, 1878, mars 2.

» M. Palisa annonce télégraphiquement la découverte d'une planète :

	Temps moyen de Pola.	Ascension droite.	Déclinaison.
1878, Fév. 28........	$12^h 53^m$	$12^h 2^m 56^s$	$+5°52'$

Mouvement diurne : en ascension droite -52^s; en déclinaison $+8'$; 11e grandeur. »

ASTRONOMIE. — *Observations de petites planètes, faites par* M. Palisa; présentées par M. Yvon Villarceau.

Dates. 1878.	Temps moyen de Pola.	Ascension droite.	log fact. par.	Déclinaison.	log fact. par.
		(66) Maïa.			
Mars 3	$13^h 23^m 50^s$	$11^h 7^m 34^s,64$	(9,058)	$+7° 44' 10'',4$	(0,727)
		(182)			
Mars 3	9 24 17	9 57 27,28	—(9,294)	+15 4 12,4	(0,657)
		(184) Palisa.			
Fév. 28	12 53 18	11 2 53,95	(9,713)	+ 5 52 20,0	(0,743)
Mars 3	10 0 45	11 0 42,11	—(9,367)	+ 6 5 9,2	(0,750)

GÉOMÉTRIE. — *Sur les points fondamentaux du réseau de surfaces défini par une équation aux dérivées partielles du premier ordre algébrique, linéaire par rapport à ces dérivées.* Note de M. G. FOURET.

« Considérons l'équation aux dérivées partielles

(1) $P_0(px+qy-z)^\theta + P_1(px+qy-z)^{\theta-1} + \ldots + P_{\theta-1}(px+qy-z) + P_\theta = 0,$

dans laquelle on suppose z une fonction de x et y, dont les dérivées partielles sont $\frac{dz}{dx} = p$, $\frac{dz}{dy} = q$, $P_0, P_1, \ldots, P_\theta$ des polynômes en x, y, z, p et q, d'un même degré φ par rapport à l'ensemble des variables x, y, z, d'un degré, par rapport à p et à q, marqué par leur indice, et dont les θ premiers peuvent être réduits à leur terme du plus haut degré, sans restreindre la généralité de l'équation. Toute équation aux dérivées partielles algébrique à trois variables peut être ramenée à ce type. L'équation (1) définit un ensemble de surfaces que j'ai déjà étudié précédemment, sous le nom d'*implexe* (¹), et qui se distingue, au point de vue géométrique, par les deux propriétés suivantes : 1° *les plans tangents, en un point quelconque, aux surfaces qui y passent, enveloppent un cône de classe* θ ; 2° *les points de contact d'un plan quelconque avec celles de ces surfaces qui le touchent forment une courbe d'ordre* φ. J'ai déjà appelé les deux nombres θ et φ les *caractéristiques* de l'implexe.

» Lorsqu'on suppose $\theta = 1$, l'équation (1) se simplifie et peut s'écrire

(2) $$L(px+qy-z) - Mp - Nq + R = 0,$$

L, M, N, R désignant des polynômes en x, y, z de degré φ, dont le premier peut être réduit à ses termes du plus haut degré. Le cône enveloppe des plans tangents, en un point quelconque, aux surfaces de l'implexe qui y passent, se réduit alors à une droite par laquelle passent tous ces plans. En généralisant une dénomination déjà employée, à un point de vue plus restreint, dans la théorie des surfaces algébriques, on peut appeler *réseau* l'ensemble des surfaces définies par l'équation (2). Un pareil réseau jouit de la propriété suivante qui est capitale :

» THÉORÈME. — *Il existe, par rapport à tout réseau général de surfaces de caractéristique* φ, $\varphi^3 + \varphi^2 + \varphi + 1$ *points, qui sont ordinairement des points*

(¹) *Comptes rendus*, t. LXXIX, p. 467 et 689, t. LXXX, p. 167 et 805, t. LXXXII, p. 1328 et 1497, et t. LXXXIV, p. 436.

asymptotiques communs à toutes les surfaces du réseau. Exceptionnellement, ces points peuvent devenir des points de croisement de toutes les surfaces. Ils comprennent également les points singuliers de ces surfaces, s'il en existe.

» Ces points, qu'on peut désigner sous le nom de *points fondamentaux* du réseau, ont pour coordonnées les systèmes de valeurs de x, y, z, qui vérifient l'équation (2), quels que soient p et q : ils sont fournis par le système d'équations

$$(3)\qquad Lx - M = 0,\quad Ly - N = 0,\quad Lz - R = 0.$$

» En supposant $\varphi = 1$, on retrouve, d'après le théorème précédent, les quatre points que j'ai déjà eu l'occasion de signaler, et qui m'ont servi de point de départ dans l'intégration géométrique de l'équation (1), dans le cas où L, M, N et R sont des fonctions linéaires [1].

» Les points fondamentaux d'un réseau de caractéristique φ ne sont généralement pas indépendants les uns des autres. Ils ne le sont que dans le cas où $\varphi = 1$; il suffit alors de se donner les quatre points fondamentaux, et les valeurs de deux paramètres qui ne sont autres que deux rapports anharmoniques, pour déterminer complétement le réseau des surfaces intégrales de l'équation (2), lequel exige quatorze conditions.

» Lorsque φ est > 1, les $\varphi^3 + \varphi^2 + \varphi + 1$ points, tout en ayant égard aux relations qui les lient, suffisent complétement à déterminer le réseau des surfaces intégrales qui exige $\frac{(\varphi+1)(\varphi+2)(\varphi+4)}{2} - 1$ conditions. On conçoit, d'après cela, comment *les conditions d'intégrabilité des équations aux dérivées partielles de la forme* (2) *pourront se définir entièrement par les relations de position projectives des points fondamentaux.*

» En laissant φ quelconque, on peut démontrer que les intégrales complètes de l'équation (2), moyennant, bien entendu, certaines conditions entre les coefficients, peuvent affecter l'une des formes comprises dans le type très-général

$$(4)\qquad u_a^\alpha v_b^\beta w_c^\gamma \ldots t_l^\lambda = C,$$

où l'on suppose

$$a\alpha + b\beta + c\gamma + \ldots + l\lambda = 0,\quad a + b + c + \ldots + l = \varphi + 3,$$

u_a, v_b, w_c, ..., t_l désignant des polynômes en x, y, z, d'un degré marqué

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXIII, p. 794.

par leur indice, et α, β, γ, .. , λ désignant des exposants numériques ([1]). Le nombre des formes distinctes renfermées dans l'expression générale (4) est égal au nombre des solutions, en entiers positifs, de l'équation

$$x + y + z + \ldots + s = \varphi + 3.$$

» L'étude géométrique des réseaux de surfaces définis par l'équation (2) conduit à quelques conséquences intéressantes. Voici quelques-uns des résultats qu'on obtient :

» I. *Le lieu des points de contact des plans tangents aux surfaces d'un réseau de caractéristique* φ, *menés par une droite quelconque* D, *est une surface* (S) *d'ordre* $\varphi + 1$, *qui passe par la droite* D *et par les* $\varphi^3 + \varphi^2 + \varphi + 1$ *points fondamentaux du réseau.*

» II. *Lorsqu'on déplace la droite* D *de toutes les manières possibles dans un plan* (P), *les surfaces* (S) *obtenues, en vertu de la définition précédente, passent toutes par les* $\varphi^3 + \varphi^2 + \varphi + 1$ *points fondamentaux, et par une même courbe* C *d'ordre* φ *située dans le plan* (P).

» Si l'on suppose, en particulier, que le plan (P) soit rejeté à l'infini, et que la droite D soit prise successivement à l'intersection de ce plan avec les trois plans $x = 0$, $y = 0$, $z = 0$, on reconnaît que les trois surfaces correspondantes sont celles définies par les équations (3). Ces trois surfaces coupent le plan de l'infini suivant une même courbe, qui est l'intersection de ce plan avec le cône $L = 0$. Plus généralement, si l'on considère une droite située à l'intersection du plan de l'infini et du plan

$$px + qy - z = 0,$$

le lieu (I) correspondant à cette droite a pour équation l'équation (2); toutes les surfaces obtenues, en faisant varier p et q, forment un réseau passant par les points fondamentaux, et coupent le plan de l'infini suivant une courbe d'ordre φ, située sur le cône $L = 0$.

» III. *Lorsque la droite* D *pivote dans le plan* (P) *autour d'un point fixe* O, *les surfaces* (S) *correspondantes forment un faisceau, et correspondent anharmoniquement aux diverses directions de la droite* D. *Elles contiennent toutes le point* O, *en outre des points fondamentaux et de la courbe* C.

» IV. *Les plans tangents aux surfaces d'un réseau de caractéristique* φ, *aux divers points d'une droite* D, *enveloppent une surface gauche dont* φ *nappes se croisent suivant la droite* D. »

([1]) Dans ma dernière Note (même tome, p. 589), la relation $\alpha + \beta + \gamma + \ldots + \lambda = 0$ doit être remplacée par $a\alpha + b\beta + c\gamma + \ldots + l\lambda = 0$. On a, en particulier, pour la seconde des intégrales (3), (p. 588), $2\alpha + \beta + \gamma = 0$, au lieu de $\alpha + \beta + \gamma = 0$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de fonctions transcendantes.* Note de M. É. **Picard**, présentée par M. Hermite.

« Je me propose de rechercher dans cette Note les fonctions uniformes d'une variable z jouissant des propriétés suivantes :

$$f(z+\omega)=f(z),\quad f(z+\omega')=f(z)\,\mathrm{S}(z),$$

$\mathrm{S}(z)$ désignant une fonction doublement périodique, dont ω et ω' sont les périodes. Si nous trouvons une fonction $f(z)$ jouissant de ces propriétés, nous aurons évidemment toutes les fonctions cherchées en multipliant $f(z)$ par une fonction quelconque, admettant pour périodes ω et ω'. La question revient donc à trouver une fonction jouissant des propriétés énoncées.

» Considérons la fonction

$$\varphi_1(z)=\left(1+e^{-\frac{3\pi\omega' i}{\omega}}e^{\frac{2\pi z i}{\omega}}\right)\left(1+e^{-\frac{5\pi\omega' i}{\omega}}e^{\frac{2\pi z i}{\omega}}\right),\ \ldots;$$

nous devrons supposer que, dans $\frac{\omega'}{\omega}$, le coefficient de i est négatif, pour que le produit infini soit convergent. On a

$$\varphi_1(z+\omega)=\varphi_1(z),\quad \varphi_1(z+\omega')=\left(1+e^{-\frac{\pi\omega' i}{\omega}}e^{\frac{2\pi z i}{\omega}}\right)\varphi_1(z).$$

» Nous pouvons de même obtenir une fonction $\varphi_3(z)$, telle que

$$\varphi_3(z+\omega)=\varphi_3(z),\quad \varphi_3(z+\omega')=\left(1+e^{-\frac{3\pi\omega' i}{\omega}}e^{\frac{2\pi z i}{\omega}}\right)\varphi_3(z),$$

et d'une manière générale une fonction $\varphi_{2n+1}(z)$, telle que

$$\varphi_{2n+1}(z+\omega)=\varphi_n(z)\ \text{et}\ \varphi_{2n+1}(z+\omega')=\left(1+e^{-\frac{(2n+1)\pi\omega' i}{\omega}}e^{\frac{2\pi z i}{\omega}}\right)\varphi_{2n+1}(z).$$

» Remarquons que nous avons les zéros de ces diverses fonctions. Ceci posé, formons le produit $\varphi_1(z)\,\varphi_3(z)\ldots\varphi_{2n+1}(z),\ \ldots$.

» On reconnaît sans peine que ce produit, lorsque n augmente indéfiniment, tend vers une limite et représente une fonction uniforme et continue de z dans toute l'étendue du plan. Soit $\Phi(z)$ cette fonction. Elle admettra ω pour période, et l'on aura

$$\Phi(z+\omega')=\Phi(z)\left[\left(1+e^{-\frac{\pi\omega' i}{\omega}}e^{\frac{2\pi z i}{\omega}}\right)\left(1+e^{-\frac{3\pi\omega' i}{\omega}}e^{\frac{2\pi z i}{\omega}}\right)\ldots\right.$$
$$\left.\times\left(1+e^{-\frac{(2n+1)\pi\omega' i}{\omega}}e^{\frac{2\pi z i}{\omega}}\right)\ldots\right].$$

» Formons maintenant des fonctions $\psi_1(z)$, $\psi_3(z)$, ..., telles que

$$\psi_1(z+\omega)=\psi_1(z),\quad \psi_1(z+\omega')=\frac{\psi_1(z)}{1+e^{-\frac{\pi\omega' i}{\omega}}e^{-\frac{2\pi z i}{\omega}}},$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

$$\psi_{2n+1}(z+\omega)=\psi_{2n+1}(z),\quad \psi_{2n+1}(z+\omega')=\frac{\psi_{2n+1}(z)}{1+e^{-\frac{(2n+1)\pi\omega' i}{\omega}}e^{-\frac{2\pi z i}{\omega}}}.$$

» Nous définissons ces fonctions comme les fonctions φ par des produits convergents. En multipliant comme précédemment ces fonctions, nous arrivons à former une fonction $\Psi(z)$, telle que

$$\Psi(z+\omega)=\Psi(z) \text{ et } \Psi(z+\omega')=\frac{\Psi(z)}{\left(1+e^{-\frac{\pi\omega' i}{\omega}}e^{-\frac{2\pi z i}{\omega}}\right)\cdots\left(1+e^{-\frac{(2n+1)\pi\omega' i}{\omega}}e^{-\frac{2\pi z i}{\omega}}\right)\cdots}.$$

Faisons le quotient $\frac{\Phi(z)}{\Psi(z)}=\mathrm{T}(z)$. La fonction $\mathrm{T}(z)$ jouira des propriétés suivantes :

$$\mathrm{T}(z+\omega)=(\mathrm{T}z),\quad \mathrm{T}(z+\omega')=\mathrm{T}(z)\,\Theta(z),$$

la fonction $\Theta(z)$ représentant à un facteur constant près une des fonctions de Jacobi. La fonction $\Theta(z)$ est formée avec ω et $-\omega'$.

» Les zéros de $\mathrm{T}(z)$ sont donnés par la formule

$$z=(2n+1)\frac{\omega'}{2}+(2k+1)\frac{\omega}{2};$$

k est un entier quelconque, mais on a $n\geq 1$.

» Pour les pôles, on a

$$z=-(2n-1)\frac{\omega'}{2}+(2k+1)\frac{\omega}{2}\quad \text{où}\quad n\geqslant 1.$$

» De plus le degré de ces pôles et de ces racines est indiqué par la valeur correspondante de n.

» On sait qu'une fonction quelconque $\mathrm{S}(z)$ doublement périodique, admettant pour périodes ω et ω', peut s'exprimer de la manière suivante :

$$\mathrm{S}(z)=\mathrm{A}e^{gz}\frac{\Theta\left(z+\frac{\omega-\omega'}{2}-q_1\right)\cdots\Theta\left(z+\frac{\omega-\omega'}{2}-q_n\right)}{\Theta\left(z+\frac{\omega-\omega'}{2}-p_1\right)\cdots\Theta\left(z+\frac{\omega-\omega'}{2}-p_n\right)};$$

je rappelle que $g\omega=2\alpha i\pi$, α étant un entier.

» Nous pouvons former n fonctions admettant ω pour période, et se reproduisant multipliées par $\Theta\left(z+\frac{\omega-\omega'}{2}-q_i\right)$, quand on change z en $z+\omega'$, i prenant toutes les valeurs de 1 à n; faisons de même relativement à $\Theta\left(z+\frac{\omega-\omega'}{2}-p_i\right)$.

» Nous arrivons ainsi à former une fonction $F(z)$, telle que

$$(1)\qquad F(z+\omega)=F(z),\quad F(z+\omega')=F(z)e^{-\frac{2\alpha\pi z i}{\omega}}S(z);$$

les zéros de la fonction $F(z)$ sont donnés par les formules

$$z=(n+1)\omega'+k\omega+q_i,\quad z=-(n-1)\omega'+k\omega+p_j,$$

les pôles par

$$z=(n+1)\omega'+k\omega+p_i,\quad z=-(n-1)\omega'+k\omega+q_j;$$

k est un entier quelconque positif ou négatif, mais on a $n\geqq 1$. Le degré de multiplicité est donné par la valeur de n.

» Nous allons exprimer autrement la fonction $F(z)$: on tire de (1)

$$\frac{F'(z+\omega')}{F(z+\omega')}=\frac{F'(z)}{F(z)}+\frac{S'(z)}{S(z)}-\frac{2\alpha\pi i}{\omega};$$

on a donc, en posant $\Pi(z)=\dfrac{\frac{F'(z)}{F(z)}}{\frac{S'(z)}{S(z)}-\frac{2\alpha\pi i}{\omega}}$,

$$\Pi(z+\omega)=\Pi(z)\quad\text{et}\quad\Pi(z+\omega')=\Pi(z)+1;$$

or la forme générale des fonctions $\Pi(z)$, jouissant de ces propriétés, est

$$(2)\quad \Pi(z)=G+\sum_h\left[A_1^h D\log\theta_1(z-\alpha_h)+\ldots+A_p^h D^p\log\theta_1(z-\alpha_h)\right];$$

en posant $\Theta\left(z+\frac{\omega-\omega'}{2}\right)=\theta_1(z)$, avec la condition $\Sigma A_1^h=\frac{\omega}{2\pi i}$, on a donc

$$F(z)=Ce^{\int_{z_0}^{z}\left[\frac{S'(z)}{S(z)}-\frac{2\alpha\pi i}{\omega}\right]\Pi(z)dz},$$

$\Pi(z)$ étant convenablement choisi parmi les fonctions (2). Cette détermination se fait d'après la règle suivante, où nous supposons que les pôles et les racines de $S(z)$ sont simples : soient $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_h \ldots$ les racines de $\frac{S'(z)}{S(z)}-2\alpha\frac{\pi i}{\omega}$, comprises dans le parallélogramme (ω, ω'), dont les degrés sont respectivement $p_1, p_2, \ldots p_h, \ldots$; nous aurons

$$\Pi(z)=G+\sum_h\left[A_1^h D\log\theta_1(z-\alpha_h)+\ldots+A_{p_h}^h D^{p_h}\log\theta_1(z-\alpha_h)\right].$$

Les quantités A et G sont déterminées par la relation $\Sigma A_1^h=\frac{\omega}{2\pi i}$, et par les $2n$ relations obtenues en écrivant que les pôles de $\frac{\varphi'(z)}{\varphi(z)}$, situés dans le

parallélogramme (ω, ω'), augmentés de ω', sont racines de $\Pi(z)$. Ce système d'équations du premier degré ne sera jamais impossible. $F(z)$ étant formée, on obtient sans peine les fonctions $f(z)$ dont nous avons parlé au début. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les variations du magnétisme terrestre.* Note de M. Quet.

« Je me propose d'examiner, à l'aide du calcul, la théorie qui attribue au Soleil une action directe sur les fluides magnétiques et électriques de la Terre.

» Le Soleil sera regardé comme le siége de courants électriques fermés, de dimensions, de forme, d'orientation et d'intensité quelconques. Cette constitution comprend le cas où l'astre contiendrait des corps magnétiques, que l'on peut toujours considérer comme des assemblages de courants particulaires.

» L'action de ce système, quelque compliquée qu'elle puisse être près de la surface, devient assez simple lorsqu'elle s'applique à des points très-éloignés, comme ceux de la Terre. Je montre qu'elle est équivalente à celle d'un courant unique qui se propagerait, avec une intensité convenable, sur la circonférence d'un grand cercle solaire dont le plan serait bien choisi. Ce courant fictif sera le grand courant solaire ou le courant résultant; le diamètre du Soleil, perpendiculaire à ce plan, sera l'axe électrodynamique de l'astre, et ses deux extrémités en seront les pôles électrodynamiques.

» Si la Terre ne tournait pas et ne se mouvait pas dans son orbite, si le Soleil n'avait pas non plus de mouvement révolutif et que ses pôles électrodynamiques fussent immobiles sur sa surface, l'action exercée par l'astre sur les courants particulaires des corps magnétiques de notre globle tendrait à donner une certaine direction à l'axe de ces courants et à aimanter la Terre dans un certain sens.

» Rendons au Soleil et à la Terre leurs mouvements de rotation et de translation, et des phénomènes nouveaux vont se produire. L'état magnétique de notre globe éprouvera des changements périodiques, qui dépendront de sa vitesse de rotation et de son mouvement de translation sur l'orbite; en second lieu, les fluides électriques de la Terre seront mis en mouvement dans les bons conducteurs, par des forces électromotrices d'induction dues à la rotation et à la translation de la Terre; le Soleil, en tournant sur lui-même, induira notre globe, et les variations d'intensité de

ses courants électriques engendreront aussi des forces électromotrices, qui seront régulières ou périodiques comme les variations d'où elles dérivent.

» J'ai calculé, d'une manière générale et complète, les composantes de toutes les forces qui se produisent dans ces conditions très-diverses, et j'ai obtenu des valeurs constantes et des valeurs périodiques.

» La période du jour solaire moyen, qui est fondamentale dans les variations des boussoles, ainsi que celle de l'année solaire, ne se trouvent pas dans les composantes des forces qui agissent sur les fluides magnétiques de la Terre, ni dans celles des forces électromotrices d'induction, qui proviennent de la rotation de la Terre; mais ces forces donnent la période du jour sidéral, qui jouit de cette propriété importante, que les phénomènes réglés sur elle changent de sens de six mois en six mois, pour une même heure du jour solaire.

» C'est dans les forces électromotrices d'induction, dues à la translation de la Terre sur son orbite, et à la rotation du Soleil, que j'ai rencontré la période fondamentale du jour solaire moyen et celle de l'année solaire.

» Mes formules résolvent, dans toute leur généralité, les divers problèmes que j'ai indiqués. Pour examiner les phénomènes produits par les forces, il est bon de distinguer plusieurs cas. Dans cette Communication, je me bornerai à faire connaître les conséquences des formules, lorsque les pôles électrodynamiques du Soleil sont sur les pôles de rotation; pour fixer les idées, je supposerai que le pôle électrodynamique austral et le pôle nord de rotation coïncident.

» Considérons une terre fictive, convenablement constituée au point de vue des corps magnétiques et des bons conducteurs de l'électricité, tournant sur elle-même et décrivant une orbite autour d'un soleil sillonné de courants électriques assez intenses pour agir avec efficacité sur elle. Examinons tour à tour les effets des forces constantes et des forces variables, et appliquons ce principe général de Laplace, que l'état d'un système de corps devient périodique, comme les forces qui les animent, lorsque l'effet des conditions primitives du mouvement a disparu par l'action des résistances.

» Cette terre fictive s'aimantera; elle aura son pôle magnétique boréal au nord de l'équateur et son pôle austral au sud.

» Son atmosphère sera chargée d'électricité positive, dont la tension augmentera avec la hauteur au-dessus du sol. Les couches intérieures et voisines du sol seront électrisées négativement.

» A la surface de cette terre, les boussoles éprouveront des change-

ments continuels, soit dans la direction de l'aiguille aimantée, soit dans l'intensité de la force qui l'anime.

» Ces changements seront soumis à une variation diurne, réglée sur les heures solaires.

» La marche de cette variation diurne sera de sens contraires dans les deux hémisphères séparés par l'équateur.

» La variation diurne sera accompagnée d'une inégalité annuelle.

» Pour cette inégalité, la marche de la boussole sera de même sens dans les deux hémisphères.

» Il y aura, dans le mouvement des boussoles, une variation annuelle réglée sur les mois solaires.

» Des perturbations seront éprouvées par les boussoles, si les courants électriques solaires varient d'intensité. Au même instant du temps absolu, le pôle austral de la boussole de déclinaison subira, sur toute la surface de la terre fictive, des écarts simultanés inégaux, étendus en certaines régions, faibles ou nuls en d'autres, ici dirigés vers l'orient et là vers l'occident. Ces perturbations auront un caractère périodique, si l'état du Soleil varie périodiquement. L'aiguille aimantée pourra donc servir à étudier les changements électrodynamiques du Soleil.

» La terre fictive que nous venons de considérer offre une image très-frappante de ce qui se passe sur notre globe, et par cela même la théorie de l'action directe me semble avoir acquis un degré de probabilité qu'elle n'avait pas.

» Dans d'autres Communications, je ferai connaître les conséquences de mes formules générales, lorsque les pôles électrodynamiques du Soleil, n'étant pas sur l'axe de rotation, tournent avec lui, en se déplaçant ou en restant fixes sur la surface. »

OPTIQUE. — *Sur l'orientation précise de la section principale des Nicols, dans les appareils de polarisation.* Note de M. L. LAURENT, présentée par M. Daubrée.

« Il est quelquefois nécessaire, dans les instruments d'optique, de pouvoir déterminer l'orientation de la section principale, soit des polariseurs, soit des analyseurs : Nicols, prismes biréfringents, etc.

» On peut le faire, simplement et avec précision, en éclairant l'appareil, pour le réglage, avec la lumière jaune, et en interposant entre le polariseur et l'analyseur un diaphragme, dont l'une des moitiés est seule recouverte

d'une lame de quartz mince, parallèle à l'axe, d'une épaisseur dite d'une demi-onde [1].

» On peut toujours placer ce diaphragme. Les appareils de polarisation portent généralement, dans leur agencement, soit une lunette, soit une loupe; on s'en servira alors pour viser le diaphragme. Dans le cas contraire, il suffit de placer devant l'appareil une petite lunette auxiliaire.

» Le bord intérieur de cette lame sépare les deux demi-disques et produit une direction bien tranchée.

» Je suppose qu'il s'agisse de fixer un Nicol, de façon que sa section principale fasse un angle déterminé quelconque avec certaines pièces, fils réticulaires, etc. Je ramène le problème à placer le bord de la lame dans la position que l'on désire, et, comme c'est une ligne parfaitement déterminée, les moyens optiques et mécaniques ne manquent pas.

» Je règle ensuite les Nicols par rapport à la lame; pour cela, je place le polariseur de façon que sa section soit, *à peu près*, dans la direction voulue et je tourne l'analyseur de quelques degrés, à droite et à gauche, en oscillant; il se présentera deux cas :

» 1° Si cette section est, *par hasard*, exactement dans la position voulue, on passera de l'extinction partielle à l'extinction totale graduellement et l'on n'apercevra aucune différence d'intensité, entre chacun des deux demi-disques, dans aucune position de l'analyseur.

» 2° Si la section du polariseur n'est pas rigoureusement à sa place, si elle fait, avec la ligne de séparation, un angle même excessivement faible, on trouvera des différences variables entre les deux demi-disques.

» On arrêtera l'analyseur dans une position voisine de l'extinction totale et l'on verra un demi-disque plus foncé que l'autre; on tournera alors le polariseur peu à peu jusqu'à ce que l'on établisse l'égalité de tons : ce sera la position cherchée; on vérifiera en tournant alors l'analyseur, et l'on devra trouver les deux demi-disques parfaitement égaux en intensité, cette intensité variant avec la rotation de l'analyseur. On repère la position du polariseur; puis, pour déterminer ensuite celle de la section de l'analyseur, on déplace légèrement le polariseur de 1 degré et demi environ, ce qui détruit l'égalité de tons; on la rétablit ensuite par l'analyseur. La section principale de celui-ci se trouve à 90 degrés exactement de cette dernière position.

» Cette méthode peut aussi servir à déterminer la section principale des

---

(1) Comme dans le polarimètre Laurent.

micas, quart d'onde, demi-onde, et celle des lames parallèles à l'axe; elle donne une précision beaucoup plus grande que les moyens ordinaires.

» Le bord de cette lame, demi-onde, qui produit la séparation des deux demi-disques, est parfaitement net et sans épaisseur; on a donc à comparer deux surfaces d'intensités différentes, *rigoureusement tangentes;* si on fait le pointé avec soin, la moindre différence s'appréciera, et ce détail, sur lequel j'insiste, contribue à augmenter beaucoup la précision de la méthode. »

CHIMIE. — *Étude du chlorure de soufre.* Note de M. **Isambert**, présentée par M. Debray.

« L'étude de la dissociation de l'hydrate de chlore m'a conduit à chercher à résoudre de la même manière la question encore indécise de l'existence de chlorures de soufre supérieurs au protochlorure S^2Cl. Doit-on regarder le chlorure de soufre qui absorbe du chlore comme donnant naissance à un chlorure SCl, ou à un mélange de chlorure S^2Cl et SCl^2, par exemple, ou enfin n'y a-t-il qu'une simple dissolution du chlore dans le chlorure de soufre, sans qu'il y ait lieu d'admettre une combinaison nouvelle, pas plus qu'on ne regarde le soufre dissous dans le sulfure de carbone comme donnant un sulfure de carbone plus riche en soufre que le composé CS^2?

» Je me suis servi, pour résoudre ce problème, des mêmes appareils et des mêmes moyens que j'ai déjà employés pour l'étude de la dissociation de l'hydrate de chlore. Le chlorure de soufre avec excès de chlore est placé dans un matras d'essayeur, auquel était soudé latéralement un tube barométrique; le col du matras, étiré à la lampe, était fermé pendant le passage d'un courant de chlore, qui balayait tout l'air de l'appareil. Le tube manométrique, qui plonge d'abord dans l'acide sulfurique, est abaissé dans le mercure lorsque la colonne d'acide sulfurique dans le tube est suffisante pour protéger le métal contre l'action du chlore. En chauffant ensuite le chlorure de soufre de manière à chasser à diverses reprises une partie du chlore, après avoir mesuré les tensions du gaz libre, j'ai obtenu la série des tensions suivantes, une expulsion de gaz ayant toujours lieu entre deux mesures consécutives :

Température.	Tensions du chlore.
8°,5	594 mm
9,3	575
10	521
10	471

» Après une expulsion plus prolongée :

Température.	Tension du chlore.
4	358 mm
7,5	304
7,5	272
2,5	234
4,7	215 (1)
9,5	138
10	123

» Il est clair, d'après la seule inspection de ces mesures, que la tension du chlore dégagé varie constamment avec la quantité de chlore que renferme le chlorure de soufre. Il en résulte qu'il n'existe qu'un seul chlorure de soufre dans lequel le chlore se dissout en proportion considérable à une basse température. Mais de ce que ces chlorures supérieurs n'existent pas à l'état de liberté, on n'est nullement en droit de conclure qu'ils n'existent pas combinés; les conditions sont, en effet, très-différentes au point de vue théorique; la non-existence de l'acide chlorique anhydre n'empêche en rien la formation des chlorates.

» Les expériences que je viens de rapporter sont assez pénibles, par suite de l'action irritante du chlore et du chlorure de soufre; mais, en outre, elles ne réussiraient pas bien, surtout vers la fin, le chlore se dégageant en entraînant une assez grande quantité de chlorure de soufre qui attaquerait le mercure, si l'on n'avait soin de chauffer avec un bec Bunsen le tube manométrique, afin de volatiliser le chlorure et de conserver ainsi le mercure inaltéré. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la substitution du soufre à l'oxygène dans la série grasse*. Note de M. **A. Dupré**, présentée par M. Wurtz.

« La formule générale $C^nH^{2n+1}CO, OH$ représentant les acides gras oxygénés, la théorie prévoit l'existence des trois séries d'acides :

(1) $C^nH^{2n+1}CS, OH$, (2) $C^nH^{2n+1}CO, SH$, (3) $C^nH^{2n+1}CS, SH$.

» Dans les deux premières séries, un seul atome d'oxygène est remplacé par le soufre; les termes de ces séries sont isomériques deux à deux;

(1) La matière a été analysée à ce moment, et pour S^2 elle renfermait 1,44 Cl. En faisant bouillir de nouveau, j'ai chassé l'air du tube et obtenu de nouvelles pressions plus faibles que les précédentes.

ils ne diffèrent l'un de l'autre que par la place occupée par l'atome de soufre dans l'édifice moléculaire. Les acides de la troisième série ne renferment plus d'oxygène : ce métalloïde est complétement remplacé par le soufre.

» Pour éviter la confusion entre les corps appartenant à ces trois séries, il est nécessaire de se servir d'une nomenclature précise. J'ai adopté celle suivie dans des cas analogues dans le Dictionnaire de M. Wurtz; cette nomenclature peut se résumer ainsi :

» Le remplacement de l'oxygène du radical CO par le soufre est indiqué par le préfixe *sulfo* (acide sulfoacétique, sulfopropionique); le préfixe *thio* (acide thioformique, thioacétique) marque la substitution du soufre à l'oxygène de l'oxyhydryle OH; enfin le remplacement total de l'oxygène par le soufre est indiqué par le préfixe double *thiosulfo* (acide thiosulfoacétique).

» Jusqu'ici on n'avait obtenu que les acides de la deuxième série; MM. Kekulé, Ulrich, Jacquemin et Vosselman, etc., ont étudié les acides thioacétique, thiopropionique, etc. J'ai cherché à obtenir les corps appartenant à la première et à la troisième série; voici les premiers résultats de ce travail, que je compte achever plus tard.

» L'action d'une solution alcoolique de sulfhydrate de sodium et de l'hydrogène sulfuré sur le cyanure d'éthyle me semblait la réaction la plus favorable pour produire l'acide thiosulfopropionique :

$$C^2H^5 - CAz + NaHS + H^2S = C^2H^5 - CS, SNa + AzH^3.$$

» L'expérience a montré que, malgré la présence d'un excès d'hydrogène sulfuré, l'eau intervenait toujours dans la réaction, pour donner naissance à un acide qui ne renfermait que 1 atome de soufre, au lieu de 2.

» L'opération se fait dans un appareil à reflux, chauffé à 100 degrés pendant cinq à six jours; quand le dégagement d'ammoniaque a cessé, on distille au bain-marie pour séparer les deux tiers de l'alcool; celui-ci renferme encore un peu de propionitryle non attaqué, du sulfhydrate d'ammonium et des traces de marcaptan.

» Le liquide restant dans l'appareil distillatoire se scinde en deux couches, qu'on sépare par décantation. La couche supérieure renferme du sulfhydrate de sodium; la couche inférieure, d'un aspect oléagineux, se prend presque immédiatement, par le refroidissement, en une masse cristalline de sulfopropionate de sodium : ce sel a été purifié par plusieurs cristallisations dans l'alcool faible.

» Les cristaux de sulfopropionate de sodium ont perdu en partie leur transparence après un séjour de vingt-quatre heures dans le vide sec; l'analyse a donné les résultats suivants :

I.......	0,2166 de sel ont fourni	0,412	de sulfate de baryum.
II.......	0,2221 »	0,4219	»

en centièmes :

	I.	II.	$C^3H^5S, ONa + H^2O$.	C^3H^5S, ONa.
Soufre.......	26,11	26,08	24,61	28,57

» De nouveaux cristaux ont été pulvérisés et placés dans le vide sec pendant une semaine; le sel complétement effleuri a fourni les résultats suivants :

III.......	0,258 de sel ont donné	0,525	de sulfate de baryum
IV.......	0,361 »	0,750	»

en centièmes :

	III.	IV.	Théorie pour C^3H^5S, ONa.
Soufre..........	27,93	28,52	28,57

» Le moyen le plus rationnel pour établir la constitution de ce sel est de faire le chlorure acide correspondant, et d'y démontrer par l'analyse la présence ou l'absence du soufre.

» La petite quantité de matières dont je disposais ne permettant pas une purification par distillation fractionnée, j'ai dû rejeter l'emploi du protochlorure et du perchlorure de phosphore dont la réaction pouvait donner naissance à des composés sulfurés autres que le chlorure acide. J'ai eu recours à l'oxychlorure de phosphore pur que j'ai fait réagir sur le sel de sodium sec.

$$3(C^3H^5S, ONa) + PO, Cl^3 = 3(C^3H^5S, Cl) + PO(ONa)^3.$$

Cette réaction a été répétée plusieurs fois, et toujours on a constaté la présence du soufre dans l'excès d'oxychlorure qui passe à la distillation. Cette présence du soufre semble prouver la formation de petites quantités de chlorure de sulfopropionyle, et par suite l'existence du sulfopropionate de sodium. Avec le thiopropionate de sodium, il se formerait du chlorure de propionyle.

» Le sulfopropionate de sodium cristallise avec une molécule d'eau, il est très-soluble dans l'eau, un peu moins soluble dans l'alcool faible, et très-peu soluble dans l'alcool absolu.

» La solution aqueuse donne avec le chlorure de baryum un précipité

blanc soluble dans l'eau; avec le nitrate d'argent, un précipité blanc jaunâtre se décomposant rapidement; avec le chlorure mercurique, un précipité blanc jaunâtre; avec l'acétate de plomb, un précipité blanc assez soluble, mais qui ne se décompose pas à froid : ce caractère distingue le sulfopropionate de plomb de son isomère, le thiopropionate de plomb, dont la décomposition se fait à froid.

» Le sulfopropionate de baryum a été obtenu cristallisé : les dosages de soufre et de baryte ont donné des chiffres concordant avec la théorie. Il est probable que l'action du sulfure de phosphore sur l'acide sulfopropionique ou ses dérivés conduira à l'acide thiosulfopropionique. Avec l'acétonitryle, j'ai obtenu de la même manière le sulfacétate de sodium.

» En résumé, la réaction de l'oxychlorure de phosphore et la stabilité du sel de plomb paraissent prouver l'existence de l'acide sulfopropionique; cette opinion est encore confirmée par l'action de l'hydrogène sulfuré sur les nitryles, réaction qui donne naissance aux amides *sulfurées*, signalées récemment par M. Bernthsen sous le nom de *thioacétamide* et de *thiopropionamide*. J'avais déjà obtenu et analysé ces corps; je n'ai pas publié les résultats auxquels j'étais arrivé pour la sulfocétamide et la sulfopropionamide, ces corps ne rentrant qu'indirectement dans le cadre que je m'étais tracé (¹). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les catéchines* (3ᵉ Note); *catéchines des gambirs.* Note de M. **Arm. Gautier**, présentée par M. Wurtz.

« Le *gambir* ou *gambeer* est l'extrait desséché qu'on obtient en faisant bouillir dans l'eau les feuilles de l'*Uncaria gambir*, de la famille des Rubiacées, tribu des Cinchona, plante cultivée dans l'Asie orientale et les îles de la Malaisie. Il se présente en petits prismes cubiques irréguliers, de couleur brun clair, à cassure terreuse et jaunâtre. Cette substance, que l'on confond quelquefois avec les cachous, et que l'on nomme même très-souvent *cachou gambir*, est surtout employée en Europe pour le tannage et la teinture. La Grande-Bretagne en consomme plus de 20000 tonnes par an (*Hanbury*). Elle est principalement formée d'un acide cachoutannique et de matières cristallines qu'on avait jusqu'ici confondues sous le nom univoque de *catéchine* avec celles qu'on retire des cachous proprement dits.

(¹) Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Wurtz.

Mes recherches, faites sur des gambirs dont M. le professeur G. Planchon avait bien voulu, au préalable, constater l'authenticité, m'ont démontré que ces extraits contiennent en proportions variables trois catéchines différentes entre elles et différentes de celles que j'avais étudiées jusqu'ici.

» *Préparation des catéchines du gambir.* — Après avoir broyé le gambir et l'avoir épuisé à l'eau froide, on fait cristalliser le résidu dans l'eau bouillante. La masse est reprise par de l'alcool étendu, et la dissolution traitée par de l'acétate de plomb jusqu'à précipité jaune clair. On filtre alors; on sépare l'alcool et une partie de l'eau par distillation en CO^2, puis on se débarrasse de l'excès de plomb par H^2S. Après avoir distillé les $\frac{3}{4}$ de la liqueur en CO^2, on laisse refroidir. Une abondante cristallisation se produit d'une première catéchine (A) tout à fait blanche, qu'on lave à l'eau bouillie et qu'on sèche.

» Les liqueurs étant encore concentrées aux $\frac{2}{3}$, une nouvelle substance se précipite par refroidissement. C'est une catéchine (B), différente de la première par sa composition, sa solubilité, son point de fusion.

» Enfin, en concentrant encore les eaux mères jusqu'à ce qu'elles soient sirupeuses, une nouvelle séparation se produit d'un mélange d'un corps gélatineux plus soluble avec une substance blanche cristalline qui constitue une troisième catéchine (C).

» Ces trois catéchines doivent être rapidement lavées à l'eau bouillie froide sur des filtres sans chaux, et séchées dans le vide ou dans CO^2 au-dessous de 50 degrés.

» J'ai retiré de 1 kilogramme de gambir, traité comme il vient d'être dit, 150 grammes de catéchine (A), 20 grammes *du gambir* de catéchine (B), et 6 à 7 grammes de catéchine (C) desséchée.

» *Composition des catéchines* (A), (B) et (C) *du gambir.* — Les analyses de ces trois catéchines ont été faites avec le plus grand soin, par la méthode de Piria, qui donne des dosages d'hydrogène très-exacts, surtout si l'on opère sur 0gr,5 environ. Les catéchines étaient au préalable séchées dans le vide, puis déshydratées à 120-125 degrés dans CO^2.

» *Catéchine* (A) :

	Expériences.		Théorie pour $C^{40}H^{38}O^{16}$.
C	61,90	61,80	62,02
H	5,07	4,99	4,91
O	33,03	33,21	33,07

» A l'état anhydre, cette substance a donc la composition $C^{40}H^{38}O^{16}$. Séchée dans l'air sec un temps très-long, puis portée à 130 degrés, elle perd 5,14 pour 100 d'eau. La perte pour $C^{40}H^{38}O^{16}, 2H^2O$ serait de 4,50.

» *Catéchine* (B) :

	Expériences.	Théorie pour $C^{42}H^{38}O^{16}$.
C	63,19	63,16
H	4,93	4,76
O	31,88	32,08

» A l'état anhydre, cette catéchine correspond donc à la composition $C^{42}H^{38}O^{16}$, qui en fait une isologue de la précédente. Après dessiccation totale dans l'air sec à 15 degrés, elle perd, lorsqu'on la porte à 120 degrés en CO^2, 1,97 pour 100 d'eau. L'hydrate $C^{42}H^{38}O^{16}$, H^2O veut $H^2O = 1,96$ pour 100; elle se déshydrate presque entièrement dans le vide sec.

» *Catéchine* (C) :

	Expériences.		Théorie pour $C^{40}H^{38}O^{16}$.
C................	61,72	61,81	62,02
H................	5,07	5,11	4,91
O................	33,21	33,18	33,07

» Cette troisième catéchine perd, après dessiccation, dans l'air sec à 15 degrés, 2,2 pour 100 d'eau quand on la porte à 120-130 degrés. L'hydrate $C^{40}H^{38}O^{16}$, H^2O correspond à 2,43 pour 100 d'eau.

» La catéchine (A), la plus abondante, et la catéchine (C), qui n'existe qu'en minime proportion dans le gambir et cristallise en dernier lieu, ont donc la même composition. On ne saurait toutefois douter de la non-identité de ces diverses substances, ainsi qu'on va le voir.

» Les catéchines cristallisent toutes en aiguilles déliées microscopiques. La catéchine (A) est formée de petits prismes obliques accolés, présentant un angle plan d'environ 60 degrés. La catéchine (C) est aussi en aiguilles très-fines, accolées ou rayonnantes, mais dont on ne saurait bien distinguer la forme, même à un fort grossissement.

» Les points de fusion de ces substances sont délicats à déterminer. On doit les prendre dans l'acide carbonique sec et après déshydratation. Elles fondent toutes sous forme d'un liquide visqueux. La catéchine (A) fond à 204-205 degrés, la catéchine (B) à 176-177 degrés, la catéchine (C) à 163 degrés, toutes corrections faites. Ainsi les deux catéchines isomères (A) et (C) du gambir ont des points de fusion séparés de plus de 41 degrés.

» Leur solubilité dans l'eau est aussi fort différente. A 50 degrés, 100 parties d'eau dissolvent 9,9 parties de catéchine (A) supposée anhydre; elles ne dissolvent que 5,3 de catéchine (C). Ces nombres ne sont pas toutefois donnés comme absolus, la solubilité ayant été déterminée dans l'eau chargée de CO^2; mais ils montrent que des deux catéchines isomères la première cristallisée est près de deux fois plus soluble que la dernière.

» L'étude des solubilités de ces trois substances explique leur séparation très-satisfaisante, par un mécanisme sur lequel il est inutile d'insister ici.

» Les trois catéchines que nous venons de faire connaître ne sauraient avoir une formule contenant moins de 16 atomes d'oxygène. De plus,

nous avons déjà montré que celle du bois d'acajou répond à la composition $C^{42}H^{34}O^{16}$, qui ne peut souffrir de sous-multiple. Il est donc très-probable que les autres catéchines ont aussi des poids moléculaires correspondant à des formules en O^{16}. Nous donnerons donc de celles que nous avons fait connaître jusqu'ici le tableau suivant :

Origines.	Formules.	Points de fusion.
Catéchine du bois d'acajou (*Cedrélacée*).......	$C^{42}H^{34}O^{16}$	164-165°
Catéchine du cachou brun (*Légumineuses*).....	$C^{42}H^{36}O^{16}$	140
Catéchine d'un cachou jaune (*Légumineuses*)...	$C^{42}H^{36}O^{16}$	188-190
Catéchine (A) du gambir (*Rubiacées*)........	$C^{40}H^{38}O^{16}$	204-205
Catéchine (B) *id.* *id.*	$C^{42}H^{38}O^{16}$	176-177
Catéchine (C) *id.* *id.*	$C^{40}H^{38}O^{16}$	163

» La réduction à froid ou à chaud et la dissociation par l'eau des combinaisons plombiques, mercuriques ou argentiques de ces corps ne peut permettre de déterminer leur poids moléculaire.

» Les catéchines que j'ai étudiées constituent une famille très-naturelle de corps neutres, isologues ou isomères, présentant tous les caractères de phénols non saturés, s'oxydant à l'air, surtout en présence des alcalis, aptes à donner ainsi des acides faibles très-analogues aux tannins, puis des matières colorantes, comme je le montrerai plus tard. Toutes ces catéchines se reconnaissent par leur propriété de verdir par les sels ferriques étendus, et de donner une belle couleur rose quand on les traite successivement par le tartrate ferrico-potassique et le borax. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De l'action du fluorure de bore sur les matières organiques* (aldéhyde benzylique, éthylène). Note de M. **Fr. Landolph**, présentée par M. Berthelot. (Extrait.)

« I. *Aldéhyde benzylique.* — Un équivalent de cette aldéhyde portée à son point d'ébullition se combine directement avec un équivalent de fluorure de bore. Cette combinaison cristallise avec la plus grande facilité, sous forme de lamelles blanches et brillantes, et qui me paraissent appartenir au système hexagonal.

» La stabilité de ce produit est plus considérable que la stabilité du composé correspondant du camphre, car il se volatilise sans aucune altération. Exposé à l'air, il se décompose rapidement en ses générateurs.

» En chauffant ce dérivé pendant vingt-quatre heures à 250 degrés, en

vase clos, on obtient une masse noire, présentant l'aspect d'une espèce de lave. En traitant ce résidu par de l'eau bouillante, on en extrait facilement une quantité notable d'une matière organique, avec un peu d'acide borique.

» Le produit organique ne se dissout que difficilement dans l'eau froide, tandis qu'il se dissout en quantité notable dans l'eau bouillante, d'où il cristallise par refroidissement, sous forme de très-belles aiguilles, longues et brillantes. La solution aqueuse de ce composé présente une réaction franchement acide. Ces cristaux se subliment facilement, et la matière sublimée fond de 124 à 125 degrés. C'est donc de l'acide benzoïque. Voici, du reste, les chiffres obtenus par l'analyse :

	I.	II.	Calculé.
C...........	68,82	69,39	68,85
H...........	5,25	5,33	4,92

» La pression dans les tubes n'est pas très-considérable, et les deux tiers du gaz recueilli sur la cuve à mercure sont formés par du fluorure de bore. Le restant du gaz est un mélange d'oxyde de carbone et d'acétylène, avec un peu d'acide carbonique. Aucun carbure d'hydrogène de la série éthylénique n'a pris naissance dans cette réaction.

» Ces gaz résultent évidemment d'une décomposition totale d'une partie de la matière mise en réaction, par suite de l'action violente du fluorure de bore sur la molécule benzylique.

» 33 grammes d'aldéhyde benzylique m'ont donné ainsi 8 grammes d'acide benzoïque.

» II. *Éthylène.* — A l'ombre ou à la lumière diffuse, l'éthylène ne se combine qu'en des proportions très-faibles avec le fluorure de bore. Pour obtenir des résultats satisfaisants, j'ai fait arriver dans un ballon, d'un côté le fluorure de bore et de l'autre côté l'éthylène. Ce dernier gaz, préparé au moyen de l'alcool et de l'acide sulfurique, avait été lavé avec une solution de potasse d'abord et séché ensuite avec le chlorure de calcium. J'ai exposé le ballon à l'action directe de la lumière solaire, dans une atmosphère dont la température variait de 25 à 30 degrés. Dans ces conditions il se forme un composé liquide, qui a été recueilli dans un petit ballon refroidi par un courant d'eau froide et fixé à la troisième tubulure du ballon où s'opérait le mélange des deux gaz en question. Si la température du milieu ambiant ne dépasse pas 5 à 10 degrés, la réaction est très-peu prononcée, même sous l'influence directe de la lumière solaire.

» Il paraît, dès lors, que l'action simultanée de la lumière et de la chaleur est indispensable à la formation de ce dérivé.

» Ce produit distille, pour la majeure partie, de 124 à 125 degrés. La densité du liquide à 23 degrés est égale à 1,0478. Il se volatilise facilement à l'air, en répandant des fumées blanches et une odeur éthérée des plus pénétrantes et des plus agréables.

» La composition de cette combinaison correspond à la formule C^2H^3, BFl^2. Voici les chiffres obtenus par l'analyse et par la détermination de sa densité de vapeur :

	I.	II.	Calculé pour C^2H^3, BFl^2.
C	31,13	31,45	31,58
H	4,21	4,34	4
Bo	13,95	14,2	14,47

	I.	II.	Calculé.
Densité de vapeur	2,55	2,55	2,62

» C'est une espèce d'éther résultant de l'action réciproque entre l'éthylène et le fluorure de bore, avec élimination d'un équivalent d'acide fluorhydrique. La formation de ce composé est exprimée par l'équation suivante :

$$C^2H^4 + BFl^3 = C^2H^3, BFl^2 HFl,$$

tandis que la décomposition par l'eau est représentée par la formule

$$C^2H^3, BFl^2 + 3H^2O = B(OH)^3 + C^2H^4 + 2HFl.$$

» Il faut remarquer que la formation de cette combinaison est accompagnée par la formation d'autres composés, bouillant à une température un peu plus élevée. Ces produits résultent sans doute de l'action de l'acide fluorhydrique sur le mélange gazeux.

» Je suis persuadé que le propylène, l'amylène, l'acétylène et autres carbures non saturés, entrent également en combinaison avec le fluorure de bore dans des conditions identiques, et je me propose de préparer ces produits [1]. »

---

[1] Ce travail a été fait dans le laboratoire de l'Université de Genève.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau dérivé pyrogéné de l'acide tartrique, l'acétone dipyrotartrique.* Note de M. E. **Bourgoin**, présentée par M. Berthelot.

« L'action de la chaleur sur l'acide tartrique constitue un des points les plus importants de l'histoire des corps pyrogénés. Cependant, jusqu'ici, on n'a obtenu, par distillation sèche de cet acide, que deux dérivés, les acides pyruvique et pyrotartrique. La présente Note a pour but de faire connaître un troisième dérivé pyrogéné, d'une complication moléculaire plus grande, dérivé que je propose de désigner, en raison de son mode de formation et de son caractère de corps incomplet, sous le nom d'*acétone dipyrotartrique*. Peut-être ce corps, par une étude plus approfondie, viendra-t-il se ranger dans la section des carbonyles, établie par M. Berthelot.

» Lorsqu'on distille l'acide tartrique, soit seul, soit mélangé à la pierre ponce, il se forme toujours, en même temps que l'acide pyrotartrique, une petite quantité d'un liquide empyreumatique, qui surnage le produit distillé et dont il est impossible d'éviter la formation. En opérant sur 10 kilogrammes environ d'acide tartrique, j'ai pu recueillir une centaine de grammes de produit brut; le rendement est donc assez faible, 1 centième environ.

» Ce liquide brut est plus ou moins coloré, d'une odeur désagréable, extrêmement pénétrante. Il contient au moins trois substances :

» 1° Un liquide qui bout vers 230 degrés, produit principal;

» 2° Un autre liquide qui bout à une température plus élevée, vers 275 degrés;

» 3° Une matière noirâtre, solide, de nature bitumineuse, qui paraît tirer son origine, par condensation moléculaire, des deux corps précédents. En effet, le premier liquide, chauffé en vase clos pendant quelques heures au-dessous de 300 degrés, se colore, s'épaissit; son point d'ébullition s'élève graduellement et, en séparant ce qui passe jusqu'à 280 degrés, il reste dans la cornue un résidu noirâtre, très-épais, soluble dans l'alcool et dans l'éther, comme son générateur.

» Pour séparer le liquide le plus volatil, celui qui fait l'objet de ce travail, on effectue d'abord une première distillation jusque vers 260 degrés; la moyenne partie du produit distillé passe ensuite entre 226 et 235 degrés; une troisième distillation fractionnée donne un liquide sensiblement pur, qui distille au voisinage de 230 degrés.

» L'analyse de ce corps par l'oxyde de cuivre est difficile, sinon impos-

sible, en raison sans doute du peu de volatilité de la matière. Il faut se servir du chromate de plomb; encore est-il nécessaire de conduire l'opération avec une grande lenteur. On obtient alors des résultats parfaitement concordants :

	I.	II.	III.
Matière employée	0,152	0,1595	0,203
Acide carbonique	0,377	0,401	0,510
Eau	0,1185	0,119	0,154

» Ces résultats, traduits en centièmes, conduisent aux nombres suivants :

	I.	II.	III.
Carbone	68,36	68,56	68,52
Hydrogène	8,66	8,30	8,43

» En divisant ces quantités par les équivalents respectifs du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène, et en multipliant les quotients par le facteur commun 0,7, on obtient les rapports suivants :

Carbone	7,98	8,0	8,0
Hydrogène	6,06	5,8	5,9
Oxygène	2,01	2,0	2,0

» La formule qui répond à ces quantités est donc

$$C^8H^6O^2,$$

formule qui se rattache d'une manière très-simple à celle de l'acide pyrotartrique, puisqu'elle n'en diffère que par de l'eau et par de l'acide carbonique en moins,

$$C^{10}H^8O^8 = C^2O^4 + H^2O^2 + C^8H^6O^2.$$

» Si la formule de ce corps était aussi simple, il devrait être considéré comme l'homologue supérieur de l'oxyde d'allylène de M. Berthelot; mais, comme l'oxyde d'allylène bout vers 62-63 degrés seulement, tandis que le dérivé pyrogéné de l'acide tartrique bout vers 230 degrés, ce dernier doit répondre à une formule plus compliquée, déduction confirmée par la détermination de la densité de vapeur prise au bain d'huile, par la méthode de M. Dumas. Voici les données de l'expérience :

Poids de la vapeur à 279 degrés	1,281
Température ambiante	7°,5
» du bain d'huile	279°
Pression barométrique	0,769
Volume du ballon	380^{cc}
Air restant	0
Densité cherchée	5,18

» Pour la formule $C^{16}H^{12}O^4$, la théorie exige 4,84. La différence, assez faible d'ailleurs, qui existe entre le chiffre théorique et le chiffre expérimental, paraît moins due à l'impureté du produit qu'à l'altération notable qu'il éprouve à une température supérieure à son point d'ébullition; en effet, tandis que celui qui sert de point de départ est parfaitement incolore et qu'il en est de même de la portion qui distille, celui qui provient de la condensation de la vapeur restée dans le ballon est légèrement coloré.

» Quoi qu'il en soit, ce corps dérive de 2 molécules d'acide pyrotartrique, d'après l'équation suivante :

$$2C^{10}H^8O^8 = 2C^2O^4 + 2H^2O^2 + C^{16}H^{12}O^4.$$

Je démontrerai, dans une autre Note, que telle est bien l'origine de ce composé, qui devient dès lors, d'après son mode de formation, une acétone dipyrotartrique, ou dipyrotartracétone.

» L'acétone dipyrotartrique est un corps neutre, extrêmement peu soluble dans l'eau; par contre, il dissout une petite quantité de ce liquide, que l'on peut enlever à l'aide du chlorure de calcium fondu. Il est soluble dans l'alcool, l'éther, le sulfure de carbone et le chloroforme.

» Son odeur est forte, aromatique, non désagréable, se rapprochant quelque peu de celle de certaines labiées. Sa densité est voisine de celle de l'eau.

» Il absorbe le brome à froid, avec dégagement de chaleur. Une solution aqueuse et concentrée de potasse est sans action sur lui, tandis qu'une solution concentrée d'acide chromique l'attaque avec une énergie telle, que le liquide peut entrer en ébullition.

» Je ne suis pas parvenu à le combiner aux bisulfites alcalins. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur l'acide du suc gastrique.* Note de M. **Ch. Richet**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai démontré, dans des Communications précédentes, que l'acide du suc gastrique n'est pas l'acide lactique, et que si, au bout d'un certain temps, le suc gastrique contient de l'acide sarcolactique, cet acide n'existe pas dans le suc gastrique pur et frais. Il y a donc lieu de rechercher quel est l'acide qui donne au suc gastrique son acidité.

» J'ai pensé que le suc gastrique des poissons pourrait se prêter à cette recherche. En effet, les squales et d'autres poissons très-carnassiers ont un suc gastrique très-actif et très-acide, qui, lorsque il est frais, ne contient que des traces d'acide sarcolactique, ou d'autres acides solubles dans l'éther.

» 1° Le suc gastrique des poissons n'est pas un liquide comme le suc gastrique des mammifères : c'est une masse mucilagineuse, cohérente, difficilement miscible à l'eau, et à peu près impossible à filtrer. L'examen microscopique montre que cette masse est constituée par une substance amorphe, mêlée à des cellules épithéliales et à de fines granulations. Elle se prend en masse par l'alcool, et se colore par les réactifs comme un tissu proprement dit.

» Si l'on traite cette masse mucilagineuse par une certaine quantité d'eau, elle finit par se dissoudre et filtrer ; quoique la filtration ait diminué l'activité digestive du liquide, il peut encore faire de très-bonnes digestions artificielles.

» L'examen du suc gastrique de divers poissons, des genres *Lophia, Scyllium* et *Raja*, m'a montré que le suc gastrique de ces animaux a une acidité considérable, bien supérieure à tout ce que nous connaissions chez les vertébrés ; puis, que cette acidité est, en moyenne, de 10 grammes (en poids de HCl) pour 1000 grammes, et va dans certains cas jusqu'à 15 grammes.

» 2° Le dosage du chlore total et des bases (potassium, sodium, calcium) contenues dans ce suc gastrique démontre qu'il y a du chlore libre, non saturé par les bases. Ce fait, que Schmidt avait démontré pour le suc gastrique des mammifères, est donc un fait général et s'appliquant aussi aux poissons.

» Ainsi, dans un cas, le poids du chlore total étant de 3,932, le poids du chlore combiné aux bases, en supposant que toutes ces bases fussent à l'état de chlorures, n'était que de 1,95.

» 3° Cependant, en se fondant sur les expériences de M. Berthelot, on peut démontrer que le chlore n'existe pas à l'état d'acide chlorhydrique libre, dégagé de toute combinaison avec les substances organiques.

» En effet, d'après M. Berthelot, si on met l'acide chlorhydrique en présence d'un acétate alcalin, le chlore se fixe au métal, et la totalité de l'acide acétique est mise en liberté, ce qu'on peut constater par la méthode des coefficients de partage. Pourvu que l'acétate soit en excès, on retrouve le coefficient de partage de l'acide acétique, soit 1,4.

» Or, si l'on traite le suc gastrique de poisson par l'acétate de soude en excès, on ne retrouve pas le coefficient de partage de l'acide acétique :

$$\left.\begin{array}{lr}\text{Suc gastrique}\ldots\ldots & 2,2\\ \text{Éther}\ldots\ldots\ldots\ldots & 0,3\end{array}\right\}\ R=7,3.$$

Avec du suc gastrique un peu vieux, ce résultat est encore très-net, quoique moins marqué :

Suc gastrique.....	11,6	R = 5,3;
Éther...........	2,2	
Suc gastrique.....	9,3	R = 5,4.
Éther............	1,7	

donc l'acide chlorhydrique n'est pas à l'état de liberté dans le suc gastrique, puisqu'il ne déplace que la moitié de l'acide acétique de l'acétate de soude.

» On peut supposer que cette combinaison d'acide chlorhydrique est analogue aux sels acides qu'on obtient en traitant le glycocolle, la leucine ou l'alanine par l'acide chlorhydrique. Et, en effet, le chlorhydrate de leucine ne déplace pas non plus tout l'acide acétique de l'acétate de soude :

Eau......	5,6	R = 2,8.
Éther.....	2	

» En mettant 2 équivalents de leucine, le coefficient de partage est plus élevé :

Eau.........	10,4	R = 3,5.	Eau.........	8,4	R = 3,8.
Éther........	3,0		Éther........	2,2	

Ces faits, ainsi que d'autres fondés sur la plus ou moins grande rapidité dans la dialyse, montrent qu'il y a une analogie évidente entre l'état de l'acide chlorhydrique dans le suc gastrique et les combinaisons de l'acide chlorhydrique avec les acides amidés (leucine, alanine) qui, d'après M. Schützenberger, sont les homologues inférieurs des matières albuminoïdes.

» D'ailleurs, on peut, par une sorte de synthèse, reproduire cette combinaison entre l'acide chlorhydrique et les substances contenues dans l'estomac. En prenant la muqueuse de la caillette d'un veau, après l'avoir lavée avec soin à l'eau froide, si on la fait infuser dans de l'eau tiède contenant de l'acide chlorhydrique, l'infusion filtrée aura les mêmes caractères que le suc gastrique, et ne décomposera plus les acétates, comme le ferait l'acide chlorhydrique en solution aqueuse :

Eau.........	4,2	R = 6.	Eau.........	5,3	R = 6,6.
Éther........	0,7		Éther........	0,8	

» Si l'on traite ce liquide par le carbonate d'argent pour éliminer l'acide

chlorhydrique, puis par l'hydrogène sulfuré, et enfin, après évaporation, par l'alcool absolu bouillant, on obtient des substances cristallisables parmi lesquelles il est facile de reconnaître des quantités notables de tyrosine et de leucine.

» Ces faits démontrent donc que l'acide chlorhydrique du suc gastrique s'y trouve à l'état de combinaison avec la tyrosine, la leucine, et peut-être d'autres substances analogues, c'est-à-dire que le suc gastrique contient en réalité un sel formé par une base faible, dérivée des matières albuminoïdes, sel qui existe dans l'eau en partie non décomposé, en partie résolu en leucine et acide libre [1]. »

ANTHROPOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur l'inégalité des régions correspondantes du crâne.* Note de M. G. **Le Bon**, présentée par M. Larrey.

« Dans les études que je poursuis sur les changements de forme et de volume du cerveau, que l'on observe chez les individus d'une même race, j'ai eu l'occasion de rechercher si les diverses parties des deux hémisphères cérébraux étaient habituellement de même volume du côté droit et du côté gauche.

» Ne pouvant avoir facilement recours à des pesées du cerveau, j'ai dû effectuer mes recherches sur le crâne. Mes mesures ont été prises sur trois cents crânes environ, de différentes séries, de la collection du Musée d'anthropologie, mise gracieusement à ma disposition par M. Broca.

» Il y a déjà longtemps que les anatomistes s'étaient demandé si les deux hémisphères cérébraux étaient bien égaux. L'opinion la plus répandue était celle de Bichat, qui considérait qu'un défaut de symétrie de ces organes devait s'accompagner d'un défaut de rectitude du jugement. L'autopsie de cet illustre anatomiste, dont le crâne était des plus irréguliers, a montré combien cette opinion était peu fondée.

» Chez l'homme, la plupart des organes sont généralement plus développés du côté droit que du côté gauche ; mais, en considérant que la portion gauche du cerveau préside aux fonctions de la partie droite du corps, on pourrait supposer *a priori* que c'est l'hémisphère gauche du cerveau qui doit être le plus développé. Un professeur de Bordeaux, M. le Dr H. Fleury, a soutenu

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collége de France.

récemment une opinion semblable, en se basant sur ce que la circulation est plus active dans l'hémisphère gauche que dans l'hémisphère droit, par suite de la dissymétrie des divisions de la crosse aortique.

» Malgré leur apparence rationnelle, ces théories n'ont pas été confirmées par l'observation. Sur les deux cent quatre-vingt-sept crânes que j'ai mesurés, en prenant pour points de repère le plan vertical passant par la protubérance occipitale externe et le prolongement supérieur de la suture médiane des os du nez, j'ai trouvé les résultats suivants :

Crânes où il y a prédominance du côté droit sur le côté gauche......	125
Crânes où il y a prédominance du côté gauche sur le côté droit......	111
Crânes dont les divers os sont inégaux, mais dont les inégalités se compensent, en sorte que la moitié droite est à peu près égale à la moitié gauche..........	51
	287

» Il y a, comme on le voit, avantage au profit du côté droit, mais il est minime; et, en réalité, le crâne est plus développé tantôt à droite, tantôt à gauche, sans qu'il soit possible d'assigner des raisons sérieuses à cette inégalité de développement.

» J'avais d'abord cru que l'inégalité de développement des parties homologues du crâne devait être plus fréquente à gauche qu'à droite chez les sujets intelligents, et les observations faites sur plus de deux cents têtes vivantes avec le conformateur des chapeliers m'avaient amené à croire un instant à l'exactitude de cette hypothèse; mais j'ai reconnu depuis que, en raison de la difficulté de bien placer le grand axe de cet instrument, on ne peut pas se fier à ses indications. Je conserve cependant en album, à la disposition des personnes que cela pourrait intéresser, deux cents dessins pris sur le vivant avec un conformateur.

» Sur quelles régions du crâne porte l'inégalité de développement que j'ai signalée? *A priori*, il semblerait qu'elle doit être du même sens pour tous les os d'un même côté; mais l'observation vient encore contredire cette hypothèse. Quand c'est, par exemple, le frontal qui prédomine à droite, on voit le plus souvent le pariétal prédominer à gauche, et *vice versa*. Lorsqu'il arrive que le pariétal et le frontal prédominent d'un même côté, on peut être à peu près certain que l'occipital prédominera de l'autre.

» Quand les deux moitiés du crâne semblent égales, comme dans les cas mentionnés dans le tableau qui précède, c'est que l'inégalité de certains os d'un côté a été compensée par des inégalités du côté opposé : la prédomi-

nance du pariétal à droite, par exemple, sera compensée par la prédominance de la moitié gauche de l'occipital, et les deux moitiés du crâne sembleront symétriques; mais, dans aucun des trois cents crânes environ que j'ai mesurés, je n'ai trouvé toutes les parties correspondantes du côté droit et du côté gauche également développées.

» Les observations qui précèdent démontrent que le crâne, et vraisemblablement le cerveau, dont il reproduit la forme, présentent un défaut de symétrie *constant*, qui n'est pas de même sens pour chacune de ses parties. Je me borne à établir ce fait anatomique important, sans chercher à en tirer maintenant aucune conséquence physiologique. »

ZOOLOGIE. — *Classification des Stellérides*. Note de M. C. **Viguier**, présentée par M. de Quatrefages.

« Dans les diverses classifications du groupe des Stellérides, on s'est surtout servi des caractères fournis par le squelette extérieur et par les diverses productions accessoires : piquants, granules, etc., qui le revêtent. Il m'a semblé que, sans négliger les renseignements fournis par leur étude, il y avait des caractères plus précis à tirer des dents elles-mêmes, ainsi que des parties internes du squelette, en particulier des arcs interbrachiaux, et surtout de la pièce qui supporte les dents et que je nomme pour cette raison *odontophore*. Les arcs interbrachiaux avaient été figurés dans quelques genres; mais les odontophores n'avaient jamais attiré l'attention d'une manière spéciale; enfin on ne connaissait pas la présence, dans les ambulacres de quelques Stellérides, de couronnes de spicules calcaires, analogues à celles que l'on trouve dans les Oursins, bien que ne présentant pas la même régularité.

» Ces études ne peuvent être concluantes qu'autant qu'elles s'adressent à un grand nombre de genres. M. Perrier a mis à ma disposition tous les doubles disponibles de la collection du Muséum et j'ai pu d'autre part étudier plusieurs types à l'état vivant, au laboratoire de Zoologie expérimentale de M. de Lacaze-Duthiers, à Roscoff. J'ai réuni ainsi 37 espèces appartenant à 27 genres répartis dans les diverses familles, et voici les résultats auxquels je suis arrivé.

» Tout d'abord, nous retrouvons la grande et profonde séparation entre les *Asteriadæ*, d'une part, et toutes les autres familles du groupe, de l'autre. Chez toutes les *Asteriadæ*, les dents sont absolument tronquées du côté de la bouche, et reposent par une surface plane sur l'odonto-

phore, qui est massif et présente à sa face inférieure un double plan incliné, en rapport avec les dents. Celles-ci, vu l'étendue des surfaces en contact, ne peuvent donc avoir que peu ou point de mouvements. Les types examinés sont : *Asterias glacialis*, *Stichaster aurantiacus*, *Pycnopodia heliantoides*, et les *Heliaster helianthus*, *microbrachia* et *Kubinijii*. La forme des dents est la même dans tous les cas, et celle de l'odontophore également dans les trois premiers genres. Il ne me paraît donc pas possible de séparer de cette famille, comme le propose M. Agassiz, le genre *Pycnopodia* pour le rapprocher du *Solaster papposus*, qui en diffère profondément. Dans le genre *Heliaster*, l'odontophore est bien le même; mais, pour donner plus de solidité au cercle oral formé de très-petites pièces, il s'est soudé à une pièce plus grosse, située en arrière de lui, et à la face orale de laquelle il fait une saillie qui le fait reconnaître facilement.

» Si nous passons aux autres familles, nous trouvons que les dents, plus ou moins grosses, plus ou moins pointues, ne sont jamais absolument tronquées du côté oral, et qu'elles ont pris, dans le plan général de la bouche, la prépondérance sur les premières pièces ambulacraires, tandis que c'est l'inverse qui a lieu dans toute la famille des *Asteriadæ*. L'odontophore, presque simple chez les *Echinasteridæ*, où les dents sont très-faibles, se montre partout ailleurs composé d'un corps et de deux petites apophyses, plus ou moins saillantes, portant des surfaces articulaires. Ces apophyses s'engagent dans les trous qui résultent de la coalescence des premières paires ambulacraires et interambulacraires, et, de la sorte, les dents, au lieu de reposer sur un plan, sont libres d'osciller autour de ces apophyses. Des muscles particuliers déterminent les mouvements d'écartement et de rapprochement de chaque paire de dents.

» Voici les groupements nouveaux que je propose (les noms des espèces étudiées se trouvent entre parenthèses) :

» Les genres *Echinaster* (*E. sepositus*) et *Cribrella* (*C. oculata*) appartiennent à une même famille des *Echinasteridæ*, qui se distingue nettement des autres. Le genre *Mithrodia* (*M. clavigera*), qui s'en rapproche, devrait toutefois, je pense, en être séparé, et former le type d'une famille des *Mithrodiæ*, qui a d'autre part des affinités avec les *Linckiadæ*.

» Le *Solaster papposus* et le *Solaster endeca* sont bien, contrairement à l'opinion de M. A. Agassiz, deux espèces d'un même genre. Leurs affinités sont avec les *Acanthaster* (*A. echinites*), avec lesquels ils doivent former une famille des *Solasteridæ*. Les *Linckiadæ*, dont je sépare le genre *Fromia* (*F. milleporella*), s'enrichissent du genre *Chœtaster* (*Ch. longipes*), qui faisait

partie des *Astropectinidæ*. Il y a dans cette famille une grande coupe à établir : d'une part les genres *Ophidiaster* (*O. pyramidatus* et *O. ophidianus*) et *Scytaster* (*S. variolatus*); d'autre part, les genres *Linckia* (*L. miliaris* et *L. diplox*) et *Chætaster*. Dans le premier groupe, les pièces que M. Gaudry appelait *interambulacraires internes*, au lieu d'aller de la pièce ambulacraire à la deuxième rangée à partir du sillon, se portent sur la troisième, dont les pièces sont plus grosses; on ne saurait donc leur assigner un numéro de série.

» Dans les *Goniasteridæ*, il y a sans doute de grandes divisions à faire; malheureusement je n'ai pu étudier qu'un nombre trop restreint de types. Toutefois, je séparerai les *Pentagonaster* (*P. astrologorum*), auxquels je réunis les *Fromia* du reste de la famille, où je laisse les genres *Pentaceros* (*P. reticulatus*, *P. muricatus* et *P. turritus*), *Anthenea* (*A. articulata*), *Goniodiscus* (*G. pleyadellæ*), *Culcita* (*C. Schmideliana*) et *Gymnasteria* (*G. carinifera*). Mais, je le répète, l'étude d'autres genres amènera de nouveaux groupements.

» Les *Asterinidæ* comprennent les *Asterina* (*A. gibbosa* et *A. calcar*) et les *Palmipes*. Le *Palmipes membranaceus* est assez distinct; mais le *P. inflatus* le relie très-nettement aux *Asterina*, et même aux *Porania* (*P. pulvillus*), que je propose de réunir à cette famille, et qui, dans la classification de Müller et Troschel, formaient avec les *Gymnasteria* le genre *Asteropsis*. Les *Gymnasteria* appartiennent, au contraire, ainsi que nous l'avons vu, à la famille des *Goniasteridæ*, ainsi que le montrent la structure de leur appareil dentaire et la présence de spicules dans leurs ambulacres.

» Les *Astropectinidæ*, réduites aux genres *Astropecten* (*A. aurantiacus*), *Luidia* (*L. clathrata*) et *Ctenodiscus* (*C. corniculatus*), forment une famille très-naturelle; mais il faut en séparer complétement les *Archaster*, tout au moins les *A. typicus* et *angulatus* qui, pour le moment, restent parfaitement isolés.

» Je n'ai pu étudier aucun échantillon des autres familles, et je me tiendrai par conséquent dans une réserve absolue. Je dirai toutefois que, de la lecture attentive du Mémoire de M. Sars et de l'examen de ses planches, il résulte pour moi la conviction que, malgré ses deux rangées d'ambulacres et ses autres particularités, le genre *Brisinga* doit être rapproché des *Asteriadæ*. Peut-être l'odontophore aura-t-il subi quelque modification du même ordre que celle qu'il présente dans l'*Heliaster*, bien que la figure ne soit pas très-démonstrative à cet égard; mais les dents sont bien des dents d'*Asteriadæ*. Ainsi se trouverait confirmée l'opinion qu'avait fait concevoir à M. Perrier la présence chez le *Brisinga* des pédicellaires croisés, qu'il regarde comme caractéristiques des *Asteriadæ*. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la garniérite*. Note de M. J. **Garnier**, présentée par M. Daubrée.

« Dana a publié, d'après le professeur Liversidge, la première formule de la garniérite dans l'appendice de la 5e édition de sa *Minéralogie;* il l'écrit

$$(\dot{M}g, \dot{N}i)^{10}\ddot{S}i^{8} + 3\dot{H}.$$

» Les nombreuses analyses aujourd'hui publiées de la garniérite, aussi bien que celles que nous faisons constamment à notre laboratoire de Septèmes, que dirige M. A. Thollier, nous conduisent à donner à ce minéral la formule suivante, peu différente d'ailleurs de la première :

$$(\dot{M}g, \dot{N}i)\ddot{S}i + n\dot{H}.$$

» Toutefois cette formule elle-même tend à se modifier d'autant plus que la somme des éléments accidentels, comme le fer, la chaux, l'alumine, le chrome, le cobalt, le cuivre, augmente.

» L'eau de combinaison et celle du mélange varient aussi d'un échantillon à un autre ; ainsi l'eau mélangée peut être de 5 à 12 pour 100 et l'eau de combinaison de 5 à 11 pour 100.

» Il est encore à remarquer que les deux bases, oxyde de nickel et de magnésie, n'ont aucun rapport défini entre elles, bien que la somme de l'oxygène qu'elles contiennent soit la moitié de l'oxygène de la silice ; ces deux bases se complétent l'une l'autre en toute proportion.

» Enfin la couleur même du minéral est essentiellement variable : suivant sa richesse en nickel, il présente toutes les gammes de ton, depuis le blanc, à peine verdâtre, jusqu'au vert-émeraude intense. Nous avons même autrefois signalé le cas extrême où l'oxyde de nickel manque complétement; on a alors un minéral translucide, d'un blanc légèrement jaunâtre et de la composition suivante :

		Oxygène.
Silice	41,80	22,12
Magnésie	37,38	14,25
Protoxyde de fer	1,36	0,40
Eau	20,39	18,12

» La formule $\dot{M}g^{3}\ddot{S}i^{2} + n\dot{H}$ de ce minéral se rapproche de la formule de Dana, où le nickel serait remplacé par la magnésie. J'avais rapporté cet hydrosilicate de magnésie à la « gymnite, du Massachussetts;

mais, comme il est associé à la garniérite à la Nouvelle-Calédonie, qu'il s'y rencontre dans les mêmes conditions géologiques, je pense qu'on peut le considérer comme le cas extrême d'une *garniérite sans nickel*.

» Parmi les nombreux échantillons de garniérite que j'ai été à même d'examiner, j'en avais remarqué quelques-uns, à structure mamelonnée, formant un enduit de faible épaisseur sur leur gangue magnésienne; la couleur de cette substance, malheureusement très-friable, était un vert-émeraude, clair, très-éclatant, indice d'une grande richesse en nickel. La séparation de sa gangue fut faite avec le plus grand soin, mais sans qu'on fût pourtant certain qu'il n'y ait pas eu un peu de mélange; voici la composition donnée par l'analyse, après une dessiccation qui a enlevé 7,20, provenant sans doute d'humidité :

		Oxygène.	Rapports.
Silice	44,40	23,68	2
Oxyde de nickel	38,61	8,24	
Protoxyde de fer	0,43	0,10	
Alumine	1,68	0,79	1
Chaux	1,07	0,31	
Magnésie	3,45	1,38	
Eau	10,34	9,19	
	100,00		

» Cette composition conduit encore à notre formule; de plus, elle se rapproche beaucoup du cas extrême où la magnésie tend à disparaître.

» La description que j'ai donnée en 1867 de la gymnite ou garniérite sans nickel s'applique exactement à la garniérite elle-même et surtout à celle dont nous venons de donner l'analyse; je disais alors de cet hydrosilicate qu'il a « ... une structure mamelonnée, gélatineuse, et paraît avoir été précipité d'une dissolution ». (*Annales des Mines*, 6e série, tome XII, p. 74.)

» La garniérite ne serait donc point celui de la décomposition de sulfures ou arsénio-sulfures. D'ailleurs, l'énergie que le nickel montre à retenir de dernières traces de soufre et d'arsenic suffirait à écarter cette origine pour le minéral qui nous occupe, car il ne contient pas trace de ces corps.

» Nous ne ferons pas davantage de la garniérite une variété de la pimélite. Bien qu'on ait récemment découvert en Espagne et ailleurs des roches à base d'oxyde de nickel, nous avons pu constater qu'aucune d'elles ne peut se rapporter à l'espèce garniérite, et nous ne serions pas éloignés de penser que les minerais à base d'oxyde de nickel, de composition simple,

exempts de soufre et d'arsenic, sont une sorte d'exception que la Nouvelle-Calédonie a été seule appelée à présenter au monde scientifique et industriel. »

MINÉRALOGIE. — *Production artificielle de la brochantite.* Note de M. STAN. MEUNIER.

« Le 22 mars 1877, de la galène, en fragments de clivage, fut placée dans une solution moyennement concentrée de sulfate de cuivre. L'expérience, arrêtée le 26 février 1878, c'est-à-dire après onze mois, montra que le plomb sulfuré, très-profondément corrodé, s'était recouvert d'une multitude de rosettes cristallines très-brillantes, et d'un vert-émeraude des plus vifs. En même temps, le liquide avait laissé déposer en abondance une matière blanche, aisée à reconnaître pour du sulfate de plomb.

» La substance verte, soumise à divers essais chimiques, se comporte comme le sous-sulfate de cuivre connu des minéralogistes sous le nom de *brochantite*. On sait que, découverte par M. Lévy, dans les mines de Katherinebourg, cette espèce, retrouvée dans quelques localités, est jusqu'ici très-rare.

» Il faut rappeler que la brochantite a déjà été obtenue artificiellement par M. Friedel, en chauffant à 250 degrés la solution aqueuse du sulfate de cuivre [1]; mais le procédé que nous venons de faire connaître paraît reproduire des conditions plus souvent réalisées dans la nature.

» En effet, outre que deux analyses de Magnus [2] signalent l'oxyde de plomb dans la brochantite, M. Delafosse cite l'association, en Hongrie, de cette espèce avec la galène [3]. D'ailleurs l'oxydation spontanée de certaines pyrites de cuivre peut aisément alimenter des suintements de cyanose au contact du plomb sulfuré.

» Quant à la réaction chimique, en vertu de laquelle la galène [4] donne lieu à la production de la brochantite, je n'ai pu encore, faute d'une quan-

---

(1) FRIEDEL, *Bulletin de la Société chimique*, année 1860.

(2) MAGNUS, *Poggendorff's Annalen*, t. XLII, p. 468.

(3) DELAFOSSE, *Nouveau cours de Minéralogie*, t. III, p. 553.

(4) Il faut remarquer ici que la blende, qui ne paraît, au point de vue de l'expérience, différer de la galène qu'en ce qu'elle ne donne pas de *sel insoluble* avec l'acide sulfurique, ne détermine pas la transformation de la couperose bleue en brochantite.

tité suffisante de substance, l'étudier d'une manière complète; mais la durée de l'expérience est trop longue pour que je ne me sois pas cru autorisé à en signaler le résultat avant de l'avoir répétée. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Les Tigillites siluriennes.* Note de M. L. CRIÉ, présentée par M. Hébert.

« A l'époque où M. de Saporta, le savant paléontologiste d'Aix, attirait l'attention des botanistes et des géologues sur la nouvelle et curieuse fougère (*Eopteris Andegavensis*, Saporta) des schistes à *Calymene Tristani*, Brgnt., d'Angers, je m'efforçais d'étudier, dans leurs plus minutieux détails, de nombreuses empreintes siluriennes ([1]) dont l'organisation ne me paraît point avoir été jusqu'à ce jour sérieusement appréciée.

» Les corps organisés que j'ai eus en vue ont été appelés *Tigillites*, par M. Marie Rouault ([2]). En Bohême, M. de Barrande signale, à divers horizons de sa faune seconde silurienne, le même fossile sous le nom de *Fucoides cylindricus*. Bien différente est l'opinion qui voudrait l'attribuer à des traces d'Annélides : d'où le nom de *Scolithus linearis*, Hall., que lui donnent les géologues américains.

» Le *Scolithus linearis*, dit M. Dufrénoy, se présente sous la forme de tiges cylindriques un peu cannelées avec des nœuds de distance en distance; ces tiges sont placées presque toujours perpendiculairement à la direction des couches, c'est-à-dire dans une position inverse à celle qu'auraient dû prendre des corps charriés par les eaux; il faut donc qu'ils appartiennent à des coraux qui ont vécu sur la place même où on les trouve actuellement, ou à des plantes qui ont végété en même temps que les grès se déposaient. »

» Une grande incertitude règne, on le voit, à l'égard de ces problématiques Tigillites, généralement attribuées à des traces d'Annélides. Des empreintes très-instructives m'ont cependant permis d'interpréter autrement l'ensemble de ces fossiles; ce sont :

» 1° Des tiges visiblement noueuses, d'une grosseur variable, parfois longues de 1 mètre et plus (*Tigillites Dufrenoyi*, Rouault);

([1]) Les empreintes qui ont servi de base à ces études proviennent, pour la plupart, du massif silurien de Sillé-le-Guillaume (Sarthe), où je viens de découvrir : *Lingula Brimonti*, Rouault, *Lingula Hawkei*, Rouault, *Lingula subgranulata*, Trom. Lebesc.

([2]) *Note préliminaire sur une nouvelle formation découverte dans le terrain silurien inférieur de la Bretagne*, par M. Marie Rouault (*Bulletin de la Société géologique de France*, 1849-1850, 2e sér., t. VII, p. 740).

» 2° Des tiges plus volumineuses de la grosseur du pouce, à nœuds rréguliers très-rapprochés ;

» 3° Des empreintes filiformes, plus ou moins sinueuses, complétement lisses, dépendant des précédentes (*Forlaites Hœninghausi*, Rouault).

» Si l'on apprécie avec soin la nature des noyaux qui représentent exactement la forme de l'ancien corps organisé, il est aisé de reconnaître que ces tiges étaient cylindriques, noueuses, à nœuds ou diaphragmes plus ou moins rapprochés. Un examen attentif nous permet de constater, dans l'intervalle des diaphragmes, des stries longitudinales et parallèles parfois très-visibles. Sur plusieurs de nos échantillons ce caractère est fort appréciable.

D'autres empreintes plus volumineuses coexistent, avec les précédentes, dans les mêmes roches. Considérées, par un bon nombre de géologues, comme des productions distinctes des premières ; elles ne doivent pas, à mon avis, en être séparées. J'ai pu observer, en effet, que les plus grosses d'entre ces tiges constituent réellement la portion inférieure du *Tigillites Dufrenoyi*, Rouault. Elles présentent une succession de nœuds irréguliers, très-rapprochés, dont l'aspect rappelle à l'esprit certains rhizomes récemment découverts par nous dans les grès éocènes du Mans et d'Angers. Ces empreintes doivent être prises pour la portion inférieure du *Tigillites*, d'où émanent des fibrilles filiformes, lisses d'un diamètre de 1 à 3 millimètres. Cette organisation est toute végétale. Les fibrilles que je tiens pour les organes appendiculaires du *rhizoïde* (¹) de la Tigillite sont presque toujours isolées dans nos grès. Elles constituent ces traces organiques tigilliformes rapportées, par les géologues, au genre *Foralites* de Rouault. Or les Foralites ne sont en réalité que les fibrilles de la partie inférieure (rhizoïde) des Tigillites, dont les formes et les dimensions extrêmement variables ont donné lieu à la distinction des prétendues espèces établies par le savant géologue breton.

» Les lignes précédentes tendent à prouver dès maintenant :

» 1° Que les Tigillites siluriennes de l'ouest de la France ne représentent, pour la plupart, ni des tubes d'Annélides, ni des traces laissées par les Annélides sur les sables de la mer silurienne ;

» 2° Que ces Tigillites ne doivent pas être attribuées à des algues, mais à des végétaux plus élevés, sans doute éteints, ayant vécu dans des eaux peu profondes. A mon avis, les Tigillites peuvent être tenues, avec les

---

(¹) Je désigne par ce mot la portion inférieure de la Tigillite correspondant au rhizome des cryptogames acrogènes et des monocotylédones.

algues, pour les plus anciennes plantes qui aient existé sur notre continent; c'étaient des végétaux à l'aspect calamitoïde, remarquables par leurs longues tiges cylindriques, articulées, striées à articulations plus ou moins rapprochées et irrégulières vers le bas des tiges.

» J'espère reprendre prochainement, pour les compléter, ces premières études, dont les géologues concevront aisément l'importance. »

M. **Fano** adresse une Note relative au rôle de la rétine, dans la vision des objets rapprochés ou éloignés.

D'après l'auteur, pour que la vision soit possible, il n'est pas indispensable que les images se forment rigoureusement sur la rétine, c'est-à-dire que tous les rayons émanés d'un même point extérieur viennent concourir en un foyer unique, dans l'épaisseur de la couche des bâtonnets. Si cette condition n'est pas remplie, la vision perd seulement de sa netteté.

L'auteur a cherché, par l'étude comparative de l'œil sain et de l'œil affecté de diverses maladies, telle que l'atrophie blanche ou l'atrophie grise du nerf optique, quelles sont les limites entre lesquelles peut s'accomplir la lecture de caractères d'imprimerie.

Comme conclusion de ce travail, il formule la proposition suivante : « La rétine joue, dans la vision à diverses distances, un rôle dont il est nécessaire de tenir compte, dans la discussion du problème de l'accommodation de l'œil aux diverses distances. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Astronomie, par l'organe de M. Faye, en l'absence de son doyen, M. Liouville, présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante, dans son sein, par le décès de M. Le Verrier :

En *première ligne*. . . . . . M. **C. Wolf**.
En *deuxième ligne*. . . . . . M. **F. Tisserand**.
En *troisième ligne*. . . . . . M. **Stephan**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. J. B.

DATES.	BAROMÈTRE A MIDI réduit à zéro.	THERMOMÈTRES du jardin. Minima.	Maxima.	Moyenne.	Écart de la normale.	THERMOMÈTRE ENREGISTREUR du nouvel abri.	THERMOMÈTRE ÉLECTRIQUE à 20 mètres.	ACTINOMÈTRE.	THERMOMÈTRES du sol. Surface du sol sans abri.	à 0^m,20 (midi).	à 0^m,30 (midi).	TENSION DE LA VAPEUR.	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE.	UDOMÈTRE ENREGISTREUR.	ÉVAPOROMÈTRE	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE (sans correction locale).	OZONE en milligrammes par 100 mètres cubes d'air.
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
	mm	o	o	o	o	o	o		o	o	o	mm		mm	mm	ell	mg
1	766,2	0,1	2,0	1,1	- 2,9	0,7	0,6	3,6	1,1	1,8	2,8	4,0	84	.	.	45,8	0,1
2	762,3	- 0,7	5,1*	2,2	- 1,9	2,3	2,7	4,6	1,9	1,9	2,8	4,8	87	0,0	.	63,5	0,1
3	763,2	- 0,4	6,1	2,9	- 1,4	3,1	3,1	4,0	3,3	2,1	2,3	5,6	97	0,1	0,7	67,1	0,1
4	767,5	2,9	4,7	3,8	0,0	3,3	2,9	4,0	4,1	3,2	3,0	4,4	77	0,0	1,6	64,4	0,1
5	769,5	- 1,0	2,4	0,7	- 3,6	- 0,3	- 1,3	16,6	2,0	2,7	2,8	4,2	95	.	.	33,7	0,3
6	768,9	- 2,1	5,8	1,9	- 3,1	0,1	- 0,7	30,1	4,2	2,3	2,5	4,1	89	.	.	63,4	0,3
7	770,1	- 1,3	0,3	- 0,5	- 5,8	- 0,9	- 1,8	2,7	- 0,2	2,5	2,6	3,9	91	.	.	76,1	0,3
8	770,7	- 2,9	- 1,0	- 2,0	- 6,9	- 2,4	- 3,6	3,4	- 1,4	2,0	2,2	3,6	95	.	.	60,7	0,3
9	764,5	- 4,1	- 1,9	- 3,0	- 7,9	- 2,8	- 4,1	5,4	- 2,2	1,7	1,9	3,6	99	0,0	.	.	0,6
10	756,8	- 3,2	3,9	0,4	- 3,9	0,6	0,9	4,5	0,7	1,5	1,6	5,0	99	0,1	.	57,7	0,8
11	753,9	2,5	9,7	6,1	2,0	5,3	5,4	8,8	6,3	2,0	1,9	6,2	92	0,0	0,8	85,4	0,7
12	761,3	1,1	8,1	4,6	0,7	3,4	2,3	35,6	7,2	3,4	3,1	4,2	76	.	(1,4)	52,0	0,7
13	759,3	0,0	13,0	6,5	2,9	6,9	8,1	13,8	6,7	3,3	3,2	7,1	88	0,1	(1,5)	34,4	0,5
14	756,3	7,2	12,0	9,6	6,2	9,2	9,4	11,4	9,3	5,2	4,6	7,9	90	1,7	1,4	28,9	0,8
15	760,6	7,8	13,6	10,7	6,6	10,3	10,3	26,0	12,3	6,3	5,7	8,6	91	0,0	1,0	40,1	0,7
16	765,7	7,3	12,9	10,1	5,6	9,9	9,4	8,1	9,5	7,1	6,5	8,5	96	0,1	0,5	33,7	0,7
17	764,5	5,4	16,9	11,2	6,0	10,3	10,3	28,3	13,0	7,5	7,1	7,7	84	.	1,6	51,2	0,7
18	762,1	7,7	13,3	10,5	6,4	9,3	8,8	14,3	10,9	7,7	7,4	7,3	87	1,3	1,5	13,6	0,7
19	768,3	4,1	6,6	5,4	1,1	5,7	4,6	3,6	4,3	6,8	6,8	6,0	91	0,0	0,5	13,2	0,9
20	764,9	3,2	5,4	4,3	0,2	4,7	2,9	6,1	5,1	6,3	6,3	5,6	92	.	0,6	40,4	0,9
21	770,6	1,8	9,3	5,6	1,5	5,3	5,3	10,7	7,0	5,9	5,9	6,3	95	0,0	0,4	21,8	0,7
22	771,2	1,3	10,8	6,1	1,5	6,1	5,5	16,5	8,5	5,9	5,9	6,1	91	.	0,7	35,8	0,5
23	764,6	2,5	12,8	7,7	2,8	6,2	5,7	31,7	9,3	5,9	5,8	6,2	88	.	1,1	31,4	0,2
24	761,6	3,1	7,4	5,3	0,4	5,4	4,4	6,7	5,4	6,2	6,2	6,2	96	0,0	0,4	23,2	0,4
25	760,3	3,9	10,6	7,3	2,1	7,1	6,9	10,3	8,2	6,1	6,1	6,8	91	0,7	1,0	27,1	0,5
26	762,3	6,8	11,3	9,1	4,0	9,1	8,3	8,5	8,6	6,7	6,4	6,5	79	0,0	1,8	20,0	0,8
27	757,6	3,0	14,4	8,7	3,7	8,8	8,9	35,7	9,7	6,7	6,6	6,8	79	5,3	2,6	32,9	0,8
28	758,1	9,3	14,2	11,8	6,2	11,7	11,8	7,2	10,9	7,9	7,4	9,3	89	1,9	1,1	17,0	0,9

(6) (23) (24) Moyenne des 24 heures. — (7) (12) (13) (16) (18) (19) (20) (21) moyennes des observations sexhoraires.
(8) Moyennes des cinq observations trihoraires de 6^h m. à 6^h s. Les degrés actinométriques sont ramenés à la constante solaire 100
(5) La moyenne dite *normale* est déduite des moyennes températures extrêmes de 60 années d'observations.
(4) (9) Demi-somme des extrêmes pour chaque oscillation complète la plus voisine de la période diurne indiquée.
(22) (25) Le signe W indique l'ouest, conformément à la décision de la Conférence internationale de Vienne.
(17) Poids d'oxygène fourni par l'ozone. Le poids d'ozone s'en déduit en multipliant les nombres par 3.

DATES.	MAGNÉTISME TERRESTRE (moyennes diurnes). Déclinaison. (Fortification.)	Inclinaison. (Fortification.)	Intensité horizontale. (Parc.)	Intensité totale. (Parc.)	VENTS à 20 mètres. Direction dominante.	Vitesses moyennes en kilomètres à l'heure.	Pression moyenne en kilogrammes par mètre carré.	DIRECTION DES NUAGES.	NÉBULOSITÉ (0 à 10).	REMARQUES.
	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(25)	
	° ′	° ′				km	kg			
1	17.5,4	65.35,1	1,9315	4,6534	NNE	20,2	3,8	NE	10	Vent soutenu jusqu'à 2h soir.
2	5,6	33,9	9324	6523	N	15,5	2,3	N	9	Un peu de neige le mat., puis gout. de pluie.
3	5,5	33,9	9319	6508	N	15,3	2,2	»	10	Id. ensuite pluies intermittentes.
4	5,4	33,7	9312	6488	NE	14,5	2,0	NE	9	La pluie cesse avant le jour.
5	5,0	34,4	9309	6500	NE	14,5	2,0	NE	9	Givre le matin, léger brouillard le soir.
6	6,5	34,3	9314	6506	NE	10,8	1,1	NE	7	Brumeux le matin, très-couvert le soir.
7	4,5	35,3	9303	6512	N à E	8,5	0,7	»	10	Uniformément couvert, brumeux.
8	4,2	35,0	9312	6522	N à E et SE	5,9	0,3	»	10	Id. brumes élevées.
9	3,8	35,0	9308	6514	S	9,6	0,9	»	10	Id. rares flocons de neige le matin.
10	6,2	34,3	9313	6506	S	10,8	1,1	»	10	Verglas le mat.; soirée et matinée pluvieuses.
11	6,8	33,8	9322	6511	WSW puis NE	6,7	0,4	NW	10	Gouttes de pluie matin et soir.
12	6,1	34,1	9316	6508	ESE	13,9	1,8	Variable	4	Ciel variable, faible rosée le soir.
13	6,1	33,5	9320	6500	S ¼ SW	20,7	4,0	SSW	10	Petites pluies entre 6h et 9h m., faibles bourr.
14	4,8	33,8	9315	6496	S	19,8	3,7	SSW	10	Presque continuell. pluvieux, surtout de 5 h. à 9 h. 30 m. matin et de 5 h. à 8 h. soir.
15	5,9	33,4	//	//	SSW	14,9	2,1	SW	9	Pluvieux de 9h matin à midi.
16	5,0	33,5	9319	6497	SSW	9,3	0,8	SSW	10	Léger brouillard et pluie fine le matin.
17	5,5	33,1	9324	6498	S	12,1	1,4	SSE k	4	État du ciel variable.
18	3,5	33,8	9314	6492	SSW à NW	12,1	1,4	SSW k	6	Matinée pluvieuse.
19	2,3	34,2	9316	6511	NW puis SSE	8,2	0,6	»	10	Gouttes de pluie le matin.
20	4,5	34,1	9317	6508	SE	8,4	0,7	»	10	Couvert et brumeux.
21	4,7	33,6	9321	6505	S	5,0	0,2	»	8	Brouil. et gout. de pluie le mat. Rosée le soir.
22	5,8	33,2	9324	6501	E	5,6	0,3	ENE	7	Variable et forte rosée le soir.
23	5,8	33,1	9325	6500	E à S	8,7	0,7	NE à SE	4	Id. brumeux; rosée le matin.
24	4,5	33,6	9321	6505	S ¼ SW	9,5	0,9	»	10	Gouttes de pluie fine le matin.
25	5,6	(33,4)	9323	(6504)	S à WNW	9,0	0,8	WNW	9	Petites pluies intermittentes.
26	5,2	33,0	9326	6497	W à S	16,9	2,7	W	10	Faiblement pluvieux le matin.
27	5,7	33,4	9324	6505	SSW	21,8	4,5	SW k	9	Temps de bourrasques dès le soir du 27 avec pluie, surtout de 8 h. 15 à 10 h. 15; et le 28, de 10 h. m. à 4 h. s.
28	5,2	33,4	9320	6497	WSW	22,9	4,9	W	10	

Oscillations barométriques extrêmes : de 766mm,5 le 1 vers 10h m. à 761mm,8, le 2 vers 3h 30 m. s.; de 770mm,9, le 8 vers 10h m. à 753mm,3 le 11 à 6h 15m m.; de 762mm,5 le 12 à 9h s. à 755mm,3 le 14 à 3h 40m s.; de 766mm,3 le 17 à 10h 55m s. à 760mm,8 le 18 de 4 à 6h m.; de 768mm,3 le 19 de 11h à midi à 764mm,3 le 20 vers 3h 25m s.; de 772mm,0 le 21 vers minuit à 759mm,5 le 25 de 2 à 3h s.; de 762mm,4 le 26 à 10h 50 m. à 753mm,3 le 27 vers minuit.

Vitesses maxima du vent à 20m de hauteur : le 1er, de 31km; les 13 et 14, de 34 à 36km; du 27 au 28, de 48 kilomètres.

Moyennes horaires et moyennes mensuelles (Février 1878).

		6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moyennes.
		′	′	′	′	′	′	′	° ′
Déclinaison magnétique	17° +	2,8	3,4	9,3	7,7	5,2	3,3	3,4	17. 5,2
Inclinaison »	65° +	33,8	34,0	34,0	33,7	34,0	33,8	33,8	65.33,9
Force magnétique totale (27 jours)	4,+	6511	6506	6499	6507	6507	6504	6503	4,6505
Composante horizontale (27 jours)......	1,+	9321	9315	9314	9321	9318	9318	9317	1,9318
Composante verticale (27 jours).........	4,+	2309	2305	2298	2304	2306	2302	2301	4,2303
Électricité de tension (éléments Daniell) (27 jours).		37,2	46,6	49,3	39,1	44,2	48,6	37,3	42,0
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°.....................		763,27	763,74	763,71	762,95	763,19	763,38	763,28	763,36
Pression de l'air sec........................		57,66	57,97	57,61	56,85	57,12	57,49	57,37	57,44
Tension de la vapeur en millimètres..........		5,61	5,77	6,10	6,10	6,07	5,89	5,91	5,92
État hygrométrique...........................		94,6	93,0	83,5	79,6	87,0	89,8	92,8	89,5
		°	°	°	°	°	°	°	°
Thermomètre enregistreur (nouvel abri).......		3,39	3,99	6,31	7,48	5,80	4,76	4,32	4,93
Thermomètre électrique à 20 mètres..........		3,07	3,70	5,79	6,72	5,29	4,48	3,99	4,54
Degré actinométrique.........................		0,00	12,97	31,36	20,38	0,00	»	»	12,94
Thermomètre du sol. Surface		2,74	4,46	8,16	7,99	4,83	3,79	3,58	4,83
» à 0m,02 de profondeur...		4,10	4,05	4,49	5,18	5,33	5,08	4,82	4,69
» à 0m,10 » ...		4,60	4,52	4,56	4,90	5,25	5,29	5,18	4,90
» à 0m,20 » ...		4,66	4,63	4,59	4,65	4,85	5,00	5,02	4,78
» à 0m,30 » ...		4,56	4,55	4,53	4,54	4,62	4,73	4,76	4,62
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Udomètre enregistreur.........................		0,56	1,06	2,18	0,08	1,64	0,76	4,98	t. 11,26
Pluie moyenne par heure......................		0,004	0,013	0,026	0,001	0,020	0,009	0,059	″
Évaporation moyenne par heure (18 jours).....		0,021	0,024	0,047	0,086	0,076	0,045	0,033	t. 19,16
Vitesse moy. du vent en kilom. par heure.....		11,42	11,37	12,87	13,77	13,30	12,77	13,31	12,53
Pression moy. en kilog. par mètre carré.....		1,23	1,22	1,56	1,76	1,67	1,54	1,67	1,48

Données horaires.

Heures.	Déclinaison.	Pression.	Tempér. à 20m.	Enregistreurs. Tempér. nouvel abri.	Pluie à 3m.	Vitesse du vent.
	° ′	mm	°	°	mm	k
1h mat.	17. 4,7	763,31	3,72	3,79	0,09	12,96
2 »	5,8	63,37	3,44	3,67	0,11	11,75
3 »	6,2	63,38	3,24	3,58	0,03	11,32
4 »	5,7	63,33	3,12	3,53	0,01	10,88
5 »	4,3	63,27	3,07	3,42	0,04	10,68
6 »	2,8	63,27	3,07	3,39	0,28	10,93
7 »	1,8	63,37	3,13	3,30	0,38	10,95
8 »	2,0	63,53	3,34	3,43	0,41	11,24
9 »	3,4	63,74	3,70	3,99	0,27	11,92
10 »	5,7	63,89	4,28	4,75	0,25	12,18
11 »	7,8	63,87	5,02	5,54	0,81	13,09
Midi...	9,3	63,71	5,79	6,31	1,12	13,33

Heures.	Déclinaison.	Pression.	Tempér. à 20m.	Enregistreurs. Tempér. nouvel abri.	Pluie à 3m.	Vitesse du vent.
	° ′	mm	°	°	mm	k
1h soir	17. 9,6	763,43	6,44	7,02	0,07	13,89
2 »	8,9	63,15	6,78	7,42	0,01	13,81
3 »	7,7	62,95	6,72	7,48	0,00	13,60
4 »	6,6	62,91	6,38	7,02	0,91	13,59
5 »	5,9	63,03	5,85	6,42	0,34	13,19
6 »	5,2	63,19	5,29	5,80	0,39	13,11
7 »	4,7	63,33	4,87	5,36	0,04	13,25
8 »	4,0	63,39	4,60	5,04	0,35	12,61
9 »	3,3	63,38	4,48	4,76	0,37	12,44
10 »	2,7	63,31	4,38	4,60	3,85	13,02
11 »	2,7	63,27	4,22	4,46	0,86	13,52
Minuit..	3,4	63,28	3,99	4,32	0,27	13,39

Thermomètres de l'abri (moyennes du mois).

Des minima......... 2°,3 Des maxima......... 8°,2 Moyenne.......... 5°,3

Thermomètres de la surface du sol sans abri.

Des minima......... 1°,6 Des maxima......... 10°,2 Moyenne.......... 5°,9

Températures moyennes diurnes par pentades.

1878. Janv. 31 à Fév. 4....	1°,9	Fév. 10 à 14... 5°,1	Fév. 20 à 24....... 5°,5
Fév. 5 à » 9....	—1,3	» 15 à 19... 9,1	» 25 à Mars 1... 9,8